

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

Dominik Hykel

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Optimální model zásobování pracoviště montáže

The Optimal Supply Model for the Assembly Workplace

Student:

Dominik Hykel

Osobní číslo:

HYK0021

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.

Zadání bakalářské práce

Student: **Dominik Hykel**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: Optimální model zásobování pracoviště montáže
The Optimal Supply Model for the Assembly Workplace
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu zásobování pracoviště montáže.
3. Vyhodnocení analýzy, identifikace úzkých míst.
4. Návrh vhodného modelu vychystávání zásob a jeho komplexní posouzení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:


HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
TUČEK, D., BOBÁK R. *Výrobní systémy*. 2. uprav. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.
ŘASA, Jaroslav, Václav HANĚK a Jindřich KAFKA. *Strojírenská technologie 4: návrhy nástrojů, přípravků a měřidel, zásady montáže*. Praha: Scientia, 2003. ISBN 80-7183-284-7.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimira Schindlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

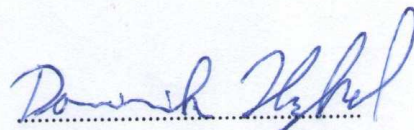


Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použil interní údaje o technických parametrech manipulačních prostředků a systému zásobování získaných od firmy Koyo Bearings Česká republika s.r.o., firma s jejich zveřejněním souhlasí.

V Ostravě dne 18. května 2020.

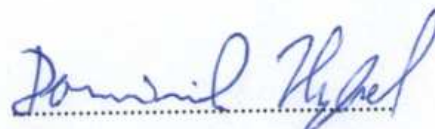


Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů-že tato bakalářská*) práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020.



Podpis studenta

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

HYKEL, D. *Optimální model zásobování pracoviště montáže.*: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2020, 54 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Bakalářská práce se zabývá problematikou skladování a příslušnou částí materiálového toku ve společnosti Koyo Bearings Česká republika s.r.o. Cílem bakalářské práce byla analýza současného stavu a návrh optimálního řešení rozmístění klíčových skladovacích položek pro urychlení materiálového toku. V teoretické části byly rozebrány teoretické poznatky z oblasti logistiky, zásob a objednávacích systémů a metodika ABC analýzy. Praktická část obsahuje podrobné analýzy současného stavu v oblasti skladování a vychystávání materiálu pro výrobní linky. Byly použity ABC analýzy pro opakovanou výrobu pro zjištění klíčových položek výroby a analýza aktuálního stavu skladu a způsobu vychystávání. V závěru byly stanoveny návrhy pro optimální umístění materiálu pro vychystávání pro výrobní linky.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

HYKEL, D. *The Optimal Supply Model for the Assembly Workplace.*: Bachelor thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2020, 54 p. Thesis head: Schindlerová, V.

The bachelor thesis deals with the issue of storage and the relevant part of the material flow in the company Koyo Bearings Czech Republic s.r.o. The aim of the bachelor thesis was to analyze the current situation and to design an optimal solution for the deployment of key storage items to accelerate material flow. In the theoretical part were analyzed theoretical knowledge of logistics, inventory and ordering systems and ABC analysis methodology. The practical part contains detailed analyzes of the current state in the field of storage and picking of material for production lines. ABC analyzes for repeated production were used to identify key production items and to analyze the current state of stock and picking method. In the end, proposals for optimal placement of picking material for production lines were determined.

Seznam zkratek

FIFO	First In First Out
HS	sklad nakupovaných komponent
HV	hlavní sklad
MS	mezisklad
kap.	Kapacita
KBCZ	Koyo Bearings Česká republika
KBDE	Koyo Bearings Německo
KLT	interní standardizované plastové boxy
ks	kusy
Q	průměrná velikost týdenní objednávky
Q_{ob}	obrátko
t_{ob}	doba obratu zásob
Z_c	průměrná fyzická zásoba
Z_p	zásoba pojistná

Obsah

Úvod.....	10
1 Úvod do problematiky.....	11
1.1 Logistika	11
1.1.1 Dělení zásob	11
1.1.2 Objednávací systémy	12
1.1.3 Metoda ABC.....	12
1.1.4 Vzorce pro výpočty použité v práci [3]	13
1.2 Společnost Koyo Bearings Česká republika s.r.o.	14
1.2.1 Divize společnosti JTEKT.....	14
1.2.2 Vývoj společnosti Koyo Bearings	15
1.2.3 Výzkumné středisko v Brně	15
1.2.4 Výrobní portfolio Koyo Bearings.....	16
1.2.5 Hlavní zákazníci společnosti	16
1.2.6 Aktivita v oblasti životního prostředí.....	17
1.2.7 Zaměstnanci.....	18
1.2.8 Celkové tržby.....	18
2 Cíle bakalářské práce	19
3 Analýza současného stavu skladu pro vychystávání výroby montáže.....	19
3.1 Jednotlivé oblasti skladu zásob pro výrobu	20
3.2 Oblast HV – hlavní sklad.....	21
3.3 Oblast HS – sklad nakupovaných komponent	22
3.4 Oblast MS – mezisklad	23
3.5 Skladovací regály	24
3.5.1 Lokace KLT boxů.....	25
3.6 Aktuální stav MS ze systému.....	26
3.7 Využití objemu kapacit KLT boxů	27
3.8 Průvodní listy	28
3.9 Oblast skladu MS.01.01.01	29
3.10 Oblasti skladu MS: R1, R2, R3.....	30
3.11 Oblast MS.R1.....	32

3.12	Oblast MS.R2.....	34
3.13	Oblast MS.R3.....	36
3.14	Oblasti MS R1, R2, R3 celkem.....	38
3.14.1	Přehled využití kapacit ve skladu MS.R.....	38
3.14.2	Mrtvé zásoby skladu MS.R	39
4	ABC analýza opakovaná výroba.....	40
4.1	Aplikace Paretovy analýzy	41
4.2	Aplikace Paretovy analýzy na top 10	42
4.3	Top 4 položky v objemu výroby	43
4.4	Top 4 položky v objemu	44
4.4.1	AR.AJ-607-067 výpočty podle kapitoly 1.1.4.....	45
4.4.2	JR.TJ-603-796.FRG výpočty podle kapitoly 1.1.4.....	46
4.4.3	AR.TJ-609-234 výpočty podle kapitoly 1.1.4.....	47
4.5	Návrh optimalizace umístění klíčových položek.....	48
5	Celkové zhodnocení přínosu bakalářské práce a doporučení	50
6	Závěr	51
7	Seznam použité literatury	52

Úvod

Bakalářská práce řeší problematiku optimalizace zásobování a skladování pro pracoviště montáže výrobních linek firmy Koyo Bearings Česká republika s.r.o. Tato firma se zabývá výrobou válečkových a jehličkových ložisek a na trhu se pyšní již osmnáctiletým působením. Své působiště nalezla v průmyslové zóně na okraji města Olomouc.

Společnost Koyo je součástí japonské nadnárodní společnosti JTEKT Corporation a spadá pod područí automobilky Toyota Motor Company, která je částečným majitelem této korporace. Tato olomoucká firma je předním, světově uznávaným výrobcem komponentů na výrobu ložisek.

Cílem této bakalářské práce je analýza současného způsobu vychystávání pro výrobu, pomocí ABC analýzy zjistit nejpočetněji zastoupené ložiskové kroužky a přizpůsobit vychystávání k optimálnímu modelu vychystávání nejvyužívanějších komponent.

Dále také zhodnotit současný stav skladování ložiskových kroužků v oblasti mezi skladu a navrhnout úpravy tohoto skladování tak, aby skladované položky byly co nejvíce optimálně uloženy a případné mrtvé zásoby odstraněny, popřípadě přesunuty do méně používaných oblastí skladu.

1 Úvod do problematiky

1.1 Logistika

Logistika původem z řeckého slova logos neboli zákon či pravidlo. Je to vědní disciplína zabývající se řízením, realizací a optimalizací toku materiálu. Hlavní zaměření logistiky je na konečného zákazníka, kterému je podřízeno všechno a s maximální přesností a dochvilností se snaží uspokojit jeho požadavky.

Je využíváno informací z dopravy, informačních systémů a automatizačních procesů. Logistika se zabývá v základu dopravou, přenosem, skladováním materiálu.

Počátky logistiky jsou již v prvních formách obchodu. Této vědní disciplíny bylo využíváno při vojenských taženích a válkách, kdy bylo nezbytné zásobovat tažení dostatkem jídla, žoldu, výzbrojí a později municí, ale i informacemi o pohybech protivníka.

V průmyslu po druhé světové válce, bylo nutné přejít z válečné výroby na mírovou, jelikož vysoce stoupala poptávka po běžném spotřebním zboží a lidé se začali zabývat logistikou důkladně, proto v této době vznikaly sériové výroby, které se snažily pokrýt takto vysokou poptávku. Tehdy nebyl takový důraz na kvalitu výrobků a jejich rychlou dodávku, jako dnes, kdy se konkurenční boj stává závodem v lepších logistických řešeních a maximálního uspokojení konečného konzumenta. [1,2]

1.1.1 Dělení zásob

Zásoby rozpracovanosti – jedná se o nedokončené výrobky, které se zatím zpracovávají. Jsou to zásoby mezi pracovišti a v mezioperačních skladech.

Technologické zásoby – tyto zásoby potřebují po určitý čas zůstat uskladněny, aby získaly požadované vlastnosti.

Strategické – plní funkci zásob, které zabezpečují společnost před nepředvídatelným chováním trhu a situací, jako je například živelná pohroma nebo válka.

Spekulační – se snaží o dosažení úspor při objednávce většího množství surovin, u kterých se předpokládá v blízké době zvýšení ceny.

Bez funkce – takové zásoby neplní žádnou funkci a jedná se o nevyužité zásoby, které vznikají při nedokonalém materiálovém toku. [3]

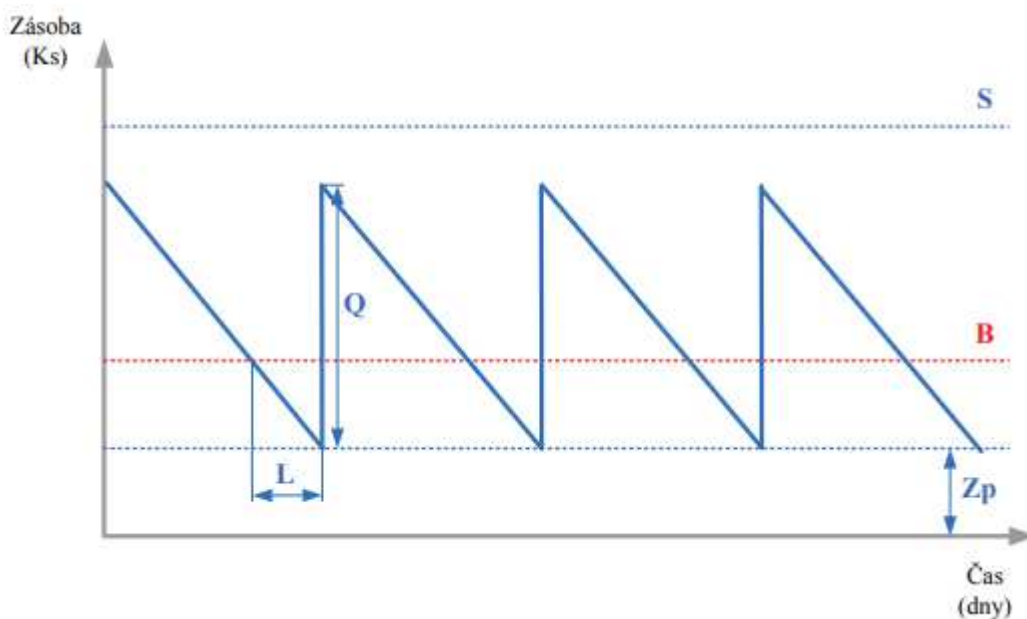
1.1.2 Objednávací systémy

Objednávací systémy jsou využívány k řízení zásob.

Objednací úroveň představuje výši zásob, při které je dán pokyn pro vyhotovení nové objednávky. Velikost je stanovena na pokrytí průměrné spotřeby a současně aby nedošlo k použití zásoby pojistné.

Rytmus objednání je buď cyklický, kdy se objednávky opakují pravidelně, nebo proměnný, kdy se objednávky vytváří s ohledem na aktuální stav zásob.

Množství objednávky se může také lišit, a to v závislosti na počtu kusů, zda je stejný počet kusů anebo se v každé jednotlivé objednávce liší. [1,4]



Obrázek 1 Princip doplňovacích systémů [5]

S = maximální zásoba

L = dodací lhůta

Q = dávka

B = objednávací úroveň

Zp = zásoba pojistná

1.1.3 Metoda ABC

ABC analýza je odvozena z obecného znění Paretova pravidla, které zní: 80 % následků způsobuje pouze 20 % příčin. Nejedná se o přesnou matematickou závislost 80 % na 20 %. Toto pravidlo můžeme formulovat i jako 70 % následků způsobuje 30 % příčin. Pravidlo tedy říká, že vztah mezi příčinami a následky je nelineární. [5]

1.1.4 Vzorce pro výpočty použité v práci [3]

Obratová zásoba – zajišťuje spotřebu materiálu mezi dvěma dodávkami.

$$\frac{Q}{2} \quad (1)$$

Kde:

Q je velikost průměrné týdenní objednávky [ks]

Pojistná zásoba – vyrovnává odchylky v dodávkách materiálu.

$$Z_p = \frac{\text{Počet ks celkem}}{\text{Počet pracovních dnů}} \times \text{Počet dnů pojistné zásoby} \quad (2)$$

Kde:

Z_p je pojistná zásoba [ks]

Průměrná fyzická zásoba – je součet zásoby obrátkové a pojistné. Je důležitá v přehledu o finančních prostředcích v zásobách.

$$Z_c = \frac{Q}{2} + Z_p \quad (3)$$

Kde:

Z_c je průměrná fyzická zásoba v [ks]

Obrátka – ukazatel rychlosti pohybu zásob, udává, jak často jsou zásoby obměněny.

$$Q_{ob} = \frac{\text{Počet ks celkem}}{Z_c} \quad (4)$$

Kde:

Q_{ob} je obrátka zásob. [den]

Doba obratu zásob – ukazatel rychlosti pohybu zásob, vyjadřuje dobu, kdy zásoby projdou konkrétními fázemi řetězce.

$$t_{ob} = \frac{\text{Počet pracovních dnů}}{Q_{ob}} \quad (5)$$

Kde:

t_{ob} je doba obratu zásob [den]

1.2 Společnost Koyo Bearings Česká republika s.r.o.

Společnost je založena od prosince roku 2000. V roce 2001 byl postaven závod na výrobu pro válečková a jehličková ložiska v Olomouci. Fúzí dvou japonských společností Toyota Machine Works a Koyo Seiko v roce 2006. JTEKT Corporation, které je firma Koyo Bearings součástí má nyní již 152 poboček po celém světě a zaměstnává 49 500 zaměstnanců. Jelikož se jedná o nadnárodní společnost, korporace JTEKT se může pyšnit obratem 306 mld. Kč ve fiskálním roce 2019 končícím 31. března 2019.

Tato korporace se dělí na tři hlavní složky:

- ložiska,
- stroje a nářadí,
- řídicí systémy a nápravy pro automobilový průmysl. [6]



Obrázek 2 Olomoucké sídlo firmy [7]

1.2.1 Divize společnosti JTEKT

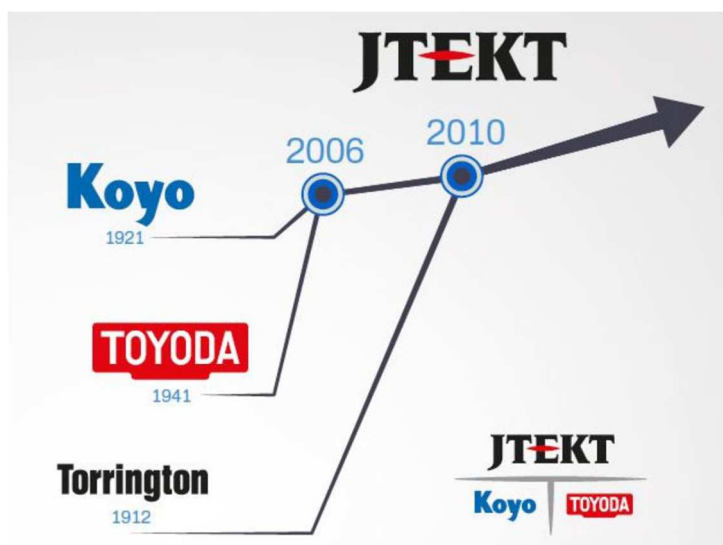
Název JTEKT byl odvozen od řeckého slova „Tekton“ v překladu osoba, která má nadstandartní technické znalosti (technologie). [8]



Obrázek 3 Jednotlivé divize korporace JTEKT [9]

1.2.2 Vývoj společnosti Koyo Bearings

Na obrázku 4 se nachází schéma vývoje společnosti Koyo Bearings. Kdy v roce 2010 se ke společnostem Koyo a Toyoda, již pod názvem JTEKT, přidala společnost Torrington.



Obrázek 4 Vývoj společnosti [7]

1.2.3 Výzkumné středisko v Brně



Obrázek 5 Výzkumné středisko Koyo Bearings [7]

Společnost Koyo spravuje také výzkumné středisko, které sídlí v Centru materiálového inženýrství v Brně v Technologickém parku. Kromě vývoje nových technologií, se Brněnské středisko zabývá úpravou stávajících výrobků, tribologií, simulacemi a také analytickým měřením. Je zde zaměstnáno 9 pracovníků vývoje a rozpočet na vývoj a výzkum tvoří 20 mil. Kč za rok.

1.2.4 Výrobní portfolio Koyo Bearings

Hlavním produktem firmy je výroba a montáž výhradně válečkových ložisek, ty se skládají z:

- vnitřních kroužků
- valivých komponent
- vnějších kroužků

Toto jsou hlavní součásti každého ložiska. Díky těmto komponentům slouží ložiska jako mechanická součásti, které udržují hřídele na fixním místě a zároveň umožňují pohyb rotační. Dále mohou obsahovat části jako – pružiny, podložky nebo také pružiny a pouzdra. [7]



Obrázek 6 příklady válečkových ložisek [9]

1.2.5 Hlavní zákazníci společnosti

Export tvoří 98 % zisku společnosti. Hlavními oblastmi exportu Evropy jsou Německo, Itálie, Švédsko, Francie a Španělsko. Největší odběratelé jsou například firma Volkswagen, Škoda, Audi, Renault, Nissan, Daimler, Mitec a další. [7]



Obrázek 7 Hlavní zákazníci společnosti [7]

1.2.6 Aktivity v oblasti životního prostředí

V programu celé společnosti je začleněn úzký vztah k životnímu prostředí. Společnost se snaží o trvale udržitelný rozvoj například investicemi do energeticky úspornějších zařízení a dokonalejší recyklaci ať už jednorázových, tak i více použitelných obalů. Firma Koyo se může pyšnit certifikáty v oblasti životního prostředí, jako jsou:

- ISO 50001 pro hospodaření s energiemi.
- ISO 14001 pro environmentální management.



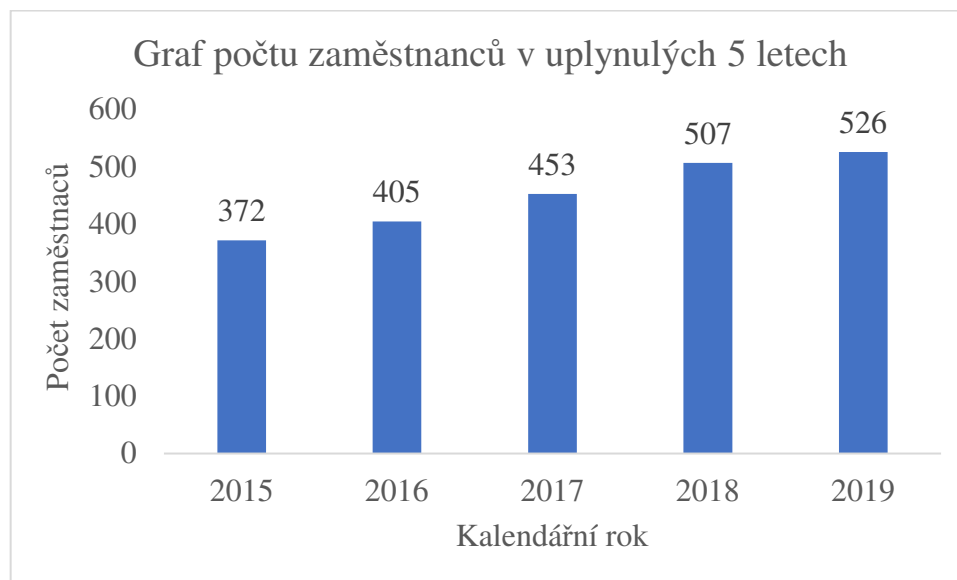
Obrázek 8 Získané certifikáty [7]

Další plánované cíle společnosti Koyo Bearings v oblasti ekologie jsou:

- Každoročně tvorba nových akčních plánů na snížení spotřeby vody, el. energie, plynu a emisí CO₂.
- Společnost v roce 2018 zredukovala emise CO₂ o 173.
- Nyní probíhá výměna aktuálního osvětlení za LED světla ve výrobě, ale také v administrativních prostorech a společenských místnostech zaměstnanců.
- Dále také výměna starých chladících zařízení pro filtrační okruhy a pro kalící linku za nové a moderní, které jsou méně energeticky náročné.
- Do budoucna se firma Koyo chystá instalovat fotovoltaické elektrárny na střechu závodu, instalovat kogenerační jednotky pro výrobu elektrické energie ze zemního plynu a další. [7]

1.2.7 Zaměstnanci

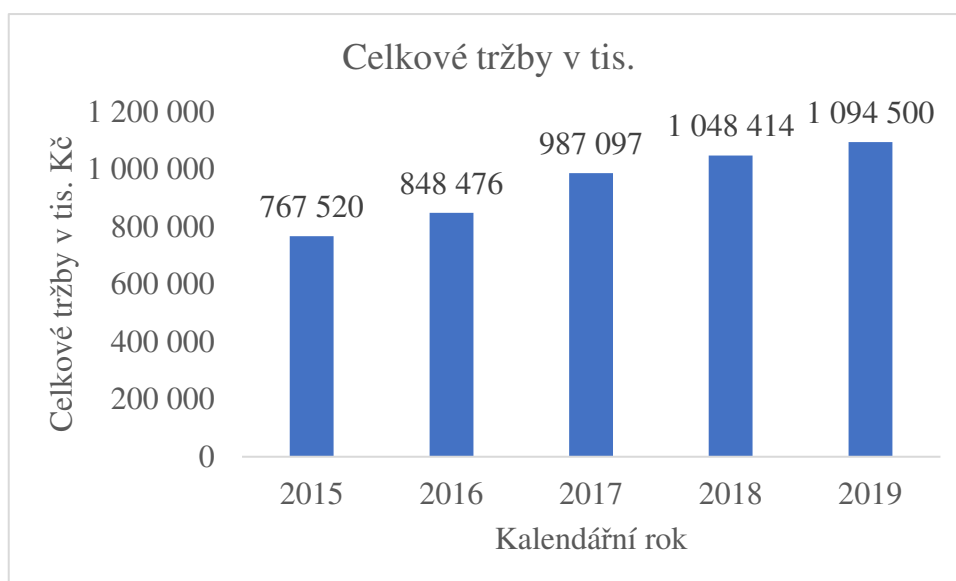
Z přiloženého grafu 1 je vidět rostoucí trend počtu zaměstnanců v uplynulých pěti letech. Většinu zaměstnanců v podniku Koyo Bearings tvoří operátoři výroby, kteří vykonávají manuální a dělnické práce. Z grafu vyplývá, že za posledních pět let vzrostl počet zaměstnanců o 154 osob.



Graf 1 Vývoj počtu zaměstnanců

1.2.8 Celkové tržby

Na grafu 2 je uveden vývoj celkových tržeb společnosti Koyo Bearings v uplynulých 5 letech. Za tento časový úsek je patrný rostoucí trend. V roce 2018 společnost překonala hranici tržeb 1 mld a v 2019 jsou roční tržby o více než 46 mil. Kč vyšší.



Graf 2 Celkové tržby

2 Cíle bakalářské práce

Tato kapitola bude obsahovat cíle bakalářské práce:

- analýza aktuálního stavu skladu MS na kritérium využití kapacit KLT
- analýza aktuálního stavu skladu MS na kritérium mrtvých zásob
- analýza opakované výroby v zakázkové výrobě společnosti
- návrh optimálního vychystání klíčových položek do výroby

3 Analýza současného stavu skladu pro vychystávání výroby montáže

Aktuální vychystávání pro montáž na skladu MS (MS – mezisklad), se řídí pomocí plánovací tabule, kde se využívá systému karet, pro nastavení a efektivnost výroby. Tato část výrobní haly se věnuje zakázkové výrobě. Zakázková výroba je specifická tím, že ji nelze naplánovat na delší časový úsek, protože dopředu není možné určit přesný počet a typ ložisek.

Systém plánování je z hlediska měsíců, přesně je známa výroba na týden dopředu. Do výroby jsou posílány stovky různých typů ložisek, proto vedle kompletovacích linek je k dispozici sklad MS s ložiskovými kroužky, část skladu HS (HS – sklad nakupovaných komponent), kde jsou k dispozici ložiskové válečky a část skladu HV (HV – hlavní sklad), kde je umístěn obalový materiál. Současný stav se dělí na dva na sebe navazující články materiálového toku.

První článek materiálového toku vychystávání ložiskových kroužků a válečků funguje za pomoci skladníka MS, který připravuje přesný počet ložiskových kroužků a válečků do specifické oblasti (každá výrobní linka zde má přiřazený prostor pro společné vychystávání ložiskových kroužků, válečků a obalového materiálu) umístěné před výrobními linkami.

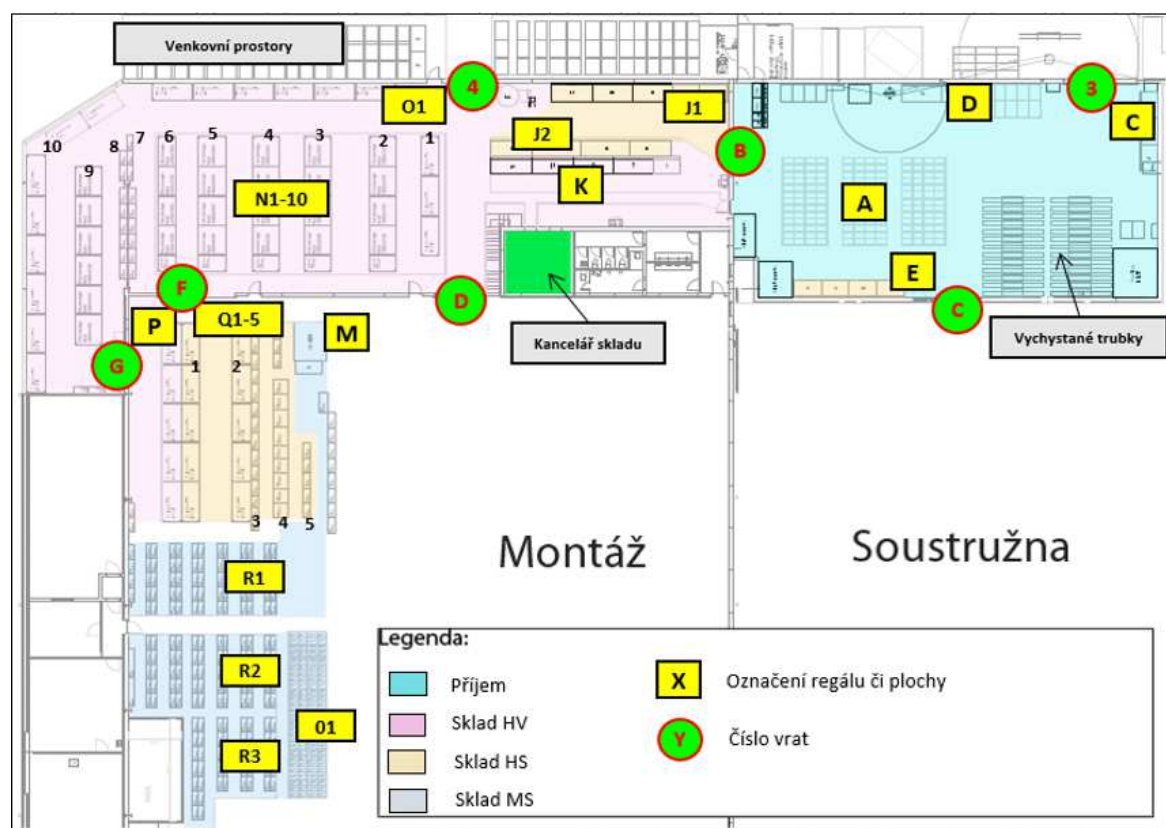
Druhý článek funguje paralelně k prvnímu a v tomto případě se vychystává obalový materiál ze skladu HV, který je umístěn v přilehlé hale. Manipulant č.3 zde připravuje specifický obalový materiál pro jednotlivou zakázku a následně tento obalový materiál doručí na společný příslušný prostor pro výrobní linku, kde následně seřizovač výroby převezme zakázku s číselně označeným vozíkem do výroby.

3.1 Jednotlivé oblasti skladu zásob pro výrobu

Na následujícím obrázku je zobrazeno schéma rozmístění jednotlivých skladovacích prostor ve společnosti Koyo Bearings s.r.o. V pravé horní části probíhá příjem trubek. Tyto rozměrné trubky jsou dopravovány z externího skladu společnosti Koyo Bearings s.r.o. který sídlí také v Olomouci. Trubky jsou následně nařezány na požadovanou velikost. Ložiskové kroužky dále putují do soustružny na opracování.

Vyhotovené a připravené ložiskové kroužky putují do skladu MS, kde jsou na nezbytně nutnou dobu přechodně uloženy. Oblast MS je hlavním zacílením mé bakalářské práce se soustředěním na aktuální stav kapacit skladu MS.R a maximalizací skladového využití tohoto prostoru.

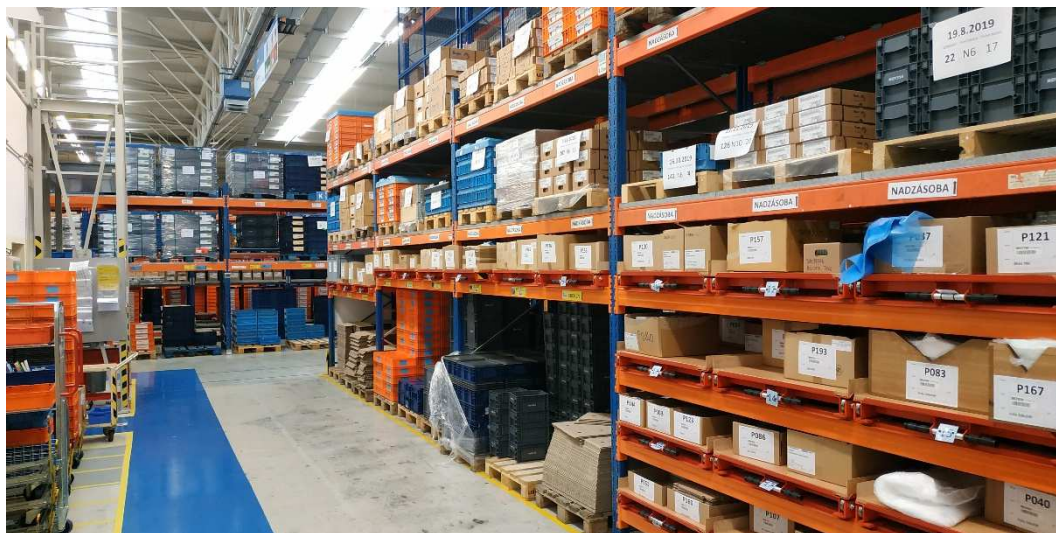
Další oblastí, která je důležitá pro montáž ložisek je sklad HS, kde jsou umístěny ložiskové válečky. Finální oblastí z hlediska montáže je pak sklad HV. Zde se nachází také uložení obalového materiálu.



Obrázek 9 Konkrétní umístění skladovacích prostor [10]

3.2 Oblast HV – hlavní sklad

Na schématu je oblast označena HV, zde se skladuje obalový materiál jako například papírové krabice a proložky, igelitové fólie i plastové formy pro uložení vyhotovených ložisek a KLT boxy.



Obrázek 10 Hlavní sklad – oblast skladu obalového materiálu

Obalový materiál

Po kompletaci se ložiska ukládají do KLT boxů, v nichž je z bezpečnostních důvodů umístěn také obalový materiál. Jak a co bude zabaleno je vyplněno na žádosti od zákazníka na tak zvaném pick listu.

Pick list je obalová dokumentace, která je součástí každé zakázky a obsahuje informace o konkrétním předpisu použití obalového materiálu, je vyhotoven v papírové podobě a umístěn na vychystávací tabuli. Takto připravený pick list je signálem pro operátora obalového materiálu na vyhotovení nové zakázky. Pick list obsahuje informace o jednotlivém typu a počtu:

- KLT boxů
- kartónových krabic
- kartónových proložek
- igelitových sáčků a fólií

Do kartónových krabic se může umisťovat celá sada ložisek v igelitovém sáčku nebo každé jednotlivé zvlášť. Také každému jednotlivému ložisku může náležet samostatná papírová krabice. Jednotlivé kombinace využití obalového materiálu záleží na požadavku zákazníka.

3.3 Oblast HS – sklad nakupovaných komponent

Značí úsek hlavního skladu, na jehož části jsou skladovány ložiskové válečky. Tyto výrobky si společnost Koyo Bearings (KBCZ) nevyrábí, nýbrž nakupuje od sesterské společnosti Koyo Bearings (KBDE) sídlící v německém městě Halle.

Oblast je rozdělena na 2 sektory. V prvním sektoru můžeme vidět paletový policový regál, kde se umísťují nakoupené komponenty na EUR paletách pro následnou přípravu na vychystání pro druhý sektor.

Druhý sektor slouží k umístění jednotlivých typů ložiskových válečků, které jsou od dodavatele v plastové nádobě. Tyto nádoby jsou umístěny na válečkové regály s oboustranným vstupem. Zde se využívá systému FIFO. Zkratka FIFO z anglických slov: First In First Out, určuje tok materiálu na principu využití od data dodání, kdy prvně příchozí ložiskové válečky jsou také první použity do výroby a ložiskové válečky po nich příchozí jsou zařazeny až jako následující v pořadí.



Válečkový FIFO regál



Policový regál

Obrázek 11 ukázka skladovacích prostor oblasti HS

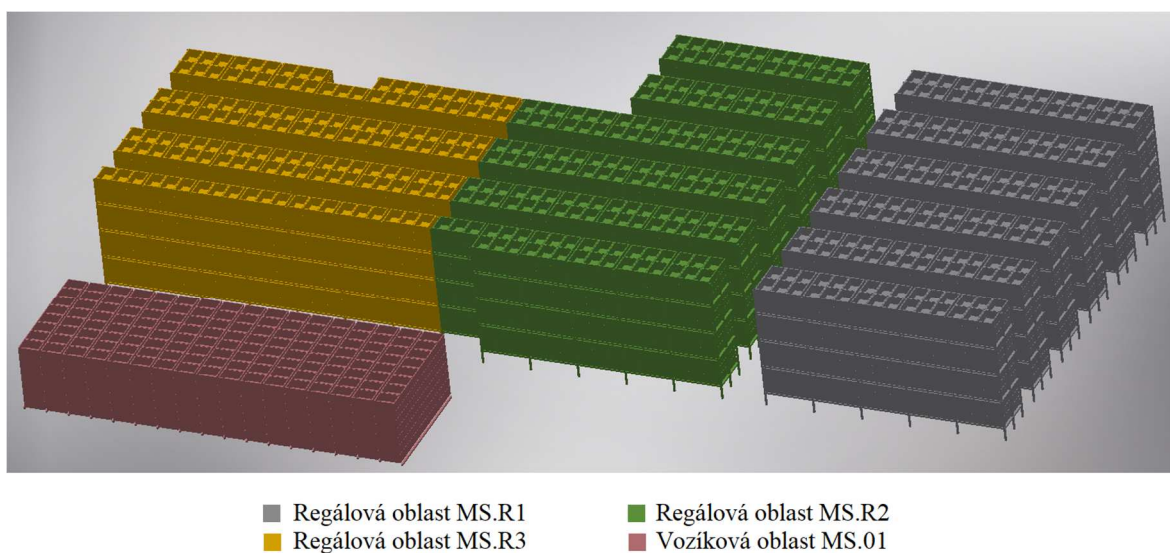
3.4 Oblast MS – mezisklad

V této oblasti jsou uloženy jednotlivé typy ložiskových kroužků, které se skladují v krabicích KLT. Krabice KLT jsou speciálně navrženy na konkrétní normalizovanou nosnost a rozměry.

Kroužky jsou dopravovány do meziskladu na dobu, než jsou výrobky vyžádány do výroby ke kompletaci zakázky na výrobní linku. Jsou zde také uloženy přebytečné ložiskové kroužky z předchozích zakázek.

Musí být zároveň počítáno s ložiskovými kroužky navíc, které jsou nutné pro kalibraci výrobního zařízení pro výrobu a také s jistou mírou rezervy. Rezervy kusů ložiskových kroužků jsou kusy nadbytečné, které kryjí možnost např. nechtěného poškození kroužku. Tato nadzásoba zapříčiňuje fakt, že je vyrobeno více kusů kroužků, než je odesláno na konkrétní zakázku. Mohou ovšem posloužit později jako kusy pro jinou zakázku na stejný typ nebo popřípadě na navýšení o pár kusů pro původního zákazníka.

Na obrázku 12 je grafické schéma regálových oblastí MS.R a oblasti MS.01, veškeré následující schémata a upřesňující pohledy jsem vytvořil ve studentské verzi aplikace Autodesk Inventor Professional pro potřeby této bakalářské práce.



Obrázek 12 schéma skladu MS z aplikace Inventor

3.5 Skladovací regály

Skladovací regály, policového typu jsou použity ve skladu v oblasti meziskladu. Každý jednotlivý regál je označen číslem regálu, který je následně rozdělen do bloků. Počet bloků v jednotlivých regálech se vzájemně liší.



Obrázek 13 Sklad MS.R ukázka skladovacího regálu

Příklad konkrétního označení regálu v oblasti MS.R nese vždy 4 informace o poloze.

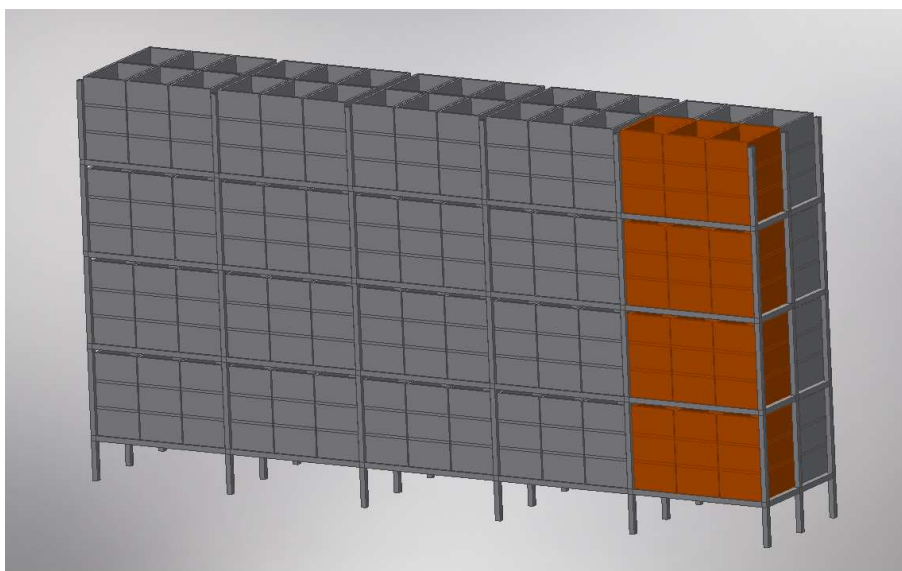
Označení: MS.R1.02.03

- MS – označení konkrétního skladu skladových prostor
- R1 – sekce regálů ve skladu MS
- 02 – číslo regálu
- 03 – označení konkrétního bloku

Označení konkrétního bloku je tedy nejbližší specifikace polohy. Každý tento blok zaujímá 4 vertikálně umístěné police. Jednotlivá police má kapacitu 9 KLT boxů. Celkem tedy je možné specifikovat umístění položky na přesnost 36 KLT boxů, tedy jednoho bloku.

3.5.1 Lokace KLT boxů

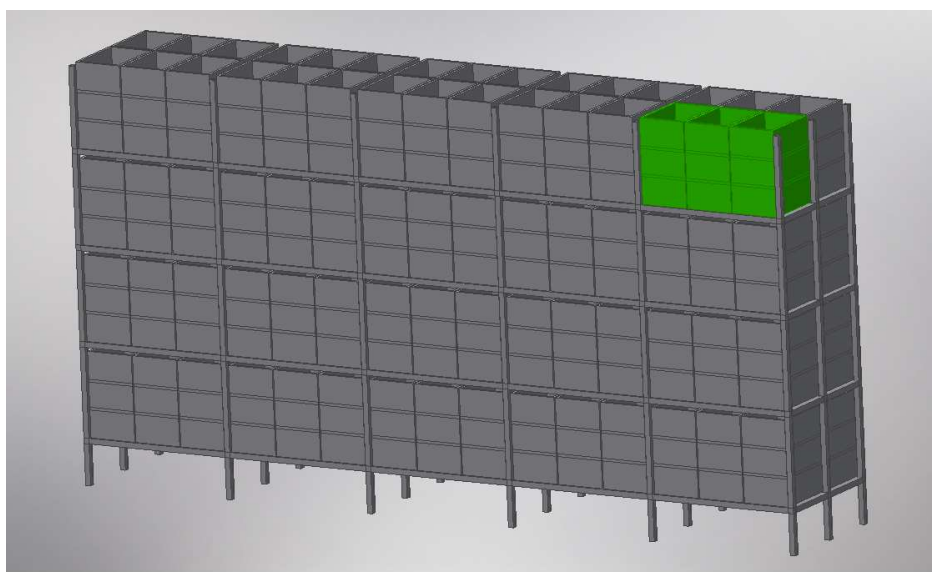
Současná velikost jedné lokace je 36 ks KLT (s označením MS.R2.01.01) viz obrázek 14. Skladník MS, který má vychystat konkrétní box KLT určený touto lokací musí projít lokací, tj. až všech 36 KLT boxů, aby našel konkrétní hledaný a mohl jej vychystat do výroby. Tímto hledáním v takto velké lokaci ztrácí čas.



■ Současná velikost jedné lokace

Obrázek 14 Současná velikosti jedné lokace

Mé doporučení je zmenšení velikosti jedné lokace z 36 ks KLT na 9 ks KLT, tedy na 25 % původní velikosti. Tímto zpřesněním lokace se sníží čas hledání konkrétního KLT boxu až o 75 %.



■ Návrh nové velikosti jedné lokace

Obrázek 15 Návrh nové velikosti lokace

3.6 Aktuální stav MS ze systému

Ze systému Oracle je zjistitelný aktuální stav skladu MS, kde jsou uvedeny informace jako:

- seznam položek
- počty jednotlivých položek
- lokace položek
- datum transakce
- množství transakce

Je zde však poměrně vysoká nepřesnost určení, kolik jednotlivá položka zabírá skladové plochy. Po zobrazení umístění konkrétní položky dostaneme jedno nebo více umístění. Tato umístění jsou však, jak již bylo zmíněno, na celý blok, tj. 36 KLT boxů. Položka může být tedy umístěna ve více KLT boxech až do 36 nebo také pouze v jednom.

Dle počtu kusů ložiskových kroužků je zde již výsledek přesnější, ovšem pouze za předpokladu, že známe konkrétní rozměry ložiskového kroužku, předpisy skladování tohoto typu ložiskového kroužku a z těchto parametrů tedy maximální kapacitu počtu ks do jednoho KLT boxu. Informace o rozměrech ložiskových kroužků nejsou uvedeny ve výpisu aktuálního stavu skladu MS. Doporučuji uvést u každé položky maximální počet ks, který je možný umístit do 1 KLT pro lepší přehled o množství, které je zabráno tímto ložiskovým kroužkem. Zde na obrázku 16 je ukázka rozdílu předpisu skladování.



Skladování bez nutnosti ochranných proložek



Skladování s nutností ochranných proložek

Obrázek 16 Ukázka rozdílu v předpisu skladování

3.7 Využití objemu kapacit KLT boxů

Je nutno vzít v potaz fakt, že ne vždy jsou jednotlivé KLT boxy maximálně kapacitně využity, ale mohou být různě naplněny. Tedy více KLT boxů může být jen z poloviny nebo méně využito. Důvodem vzniku těchto nenaplněných KLT je velikost jednotlivé zakázky, kdy se musí vyrobit konkrétní počet a ten málo kdy odpovídá konkrétnímu počtu plných KLT boxů.

Další příčinou jsou vrácené kusy z výroby, tj. kusy, které byly odeslány ze skladu MS do výroby, ale ve výrobě nebyly všechny zpracovány a kroužky poté putují zpátky do skladu MS. Příčinou tohoto zpětného vracení jsou kusy navíc na kalibraci stroje, kusy s předčasným ukončením výrobní zakázky a také kusy navíc pro případné zmetky, popřípadě z důvodu poruchy stroje se zbylé kusy vracejí do skladu MS.



Využitý objem kapacity KLT



Nevyužitý objem kapacity KLT

Obrázek 17 Ukázka rozdílu kapacitního využití

3.8 Průvodní lístky

Každý box KLT je opatřen průvodním lístkem. Na správně vyplněném průvodním lístku jsou k nalezení tyto informace:

- typ ložiskových kroužků
- počet umístěných kusů
- číslo konkrétní zakázky
- osobní razítko operátora, který zodpovídá za správnost dílů
- datum výroby ložiskových kroužků

Na následujících obrázcích je ukázka správně a nesprávně vyplněného průvodního lístku. Klíčové je zde uvedení celého data výroby, tedy konkrétního dne, měsíce a především roku, aby bylo možné manuálně zjistit, jak dlouho zde konkrétní KLT leží.

Průvodní lístek

Typ: JR 55 x 63 x 45 Počet ks: 10

Zakázka: 908637 Třída: 0-13 Okrajová třída:

Operace: 315

Os. číslo: 1994

Datum: 21-08-2019

Poznámky:

KONEČNÁ KONTROLA KOMPONENTŮ 09/19

Obrázek 18 Ukázka správně vyplněného průvodního lístku

Průvodní lístek

Typ: JR. 17x4x10 Počet ks: 136

Zakázka: 856461 Třída: 7240 Okrajová třída:

Operace: 120

Os. číslo: 639

Datum: 16.6.

Poznámky:

KONEČNÁ KONTROLA KOMPONENTŮ 09/19

Obrázek 19 Ukázka nesprávně vyplněného průvodního lístku

Doporučuji vždy uvádět na průvodním lístku i rok výroby, aby bylo fyzicky zjistitelné, kdy přesně byl daný ložiskový kroužek vyroben.

3.9 Oblast skladu MS.01.01.01

Oblast MS.01.01.01 je specifická od skladu MS.R tím, že ji netvoří policové regály. Tuto oblast tvoří drážky pro ruční manipulační vozíky, které jsou do oblasti umísťovány. Jedná se hlavně o velkoobjemové díly. Velkoobjemové díly by bylo příliš náročné ručně umísťovat do policových regálů v oblasti R, proto se přímo na vozících skladují v oblasti MS.01.01.01.

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	A	B	C	D	E	F
K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	VELKOOBJEMOVÝ DÍL	VELKOOBJEMOVÝ DÍL	VELKOOBJEMOVÝ DÍL	VELKOOBJEMOVÝ DÍL	VELKOOBJEMOVÝ DÍL	VELKOOBJEMOVÝ DÍL
K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N						
K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N						
K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N	K/N						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	A	B	C	D	E	F

Obrázek 20 Schéma oblasti MS.01.01.01 [10]

Tato oblast má kapacitu 44 pozic pro K/N tj. 44 ručních manipulačních vozíků a pro oblast velkoobjemových dílů je kapacita vozíků rovna 24, tedy 6krát (A – F) po 4 vozících v řadě. Vozík má maximální kapacitu 14 plných KLT s maximální přípustnou výškou 7 plných KLT, jednotlivé KLT se tedy umísťují do 2 sloupců vedle sebe.



Maximální naložení vozíku



Ukázka FIFO kolejničky

Obrázek 21 Skladování v oblasti MS.01.01.01

Oblast A – F je vyhrazena pro velkoobjemové díly s principem skladování FIFO. Ukázka FIFO kolejničky lze vidět v obrázku nad textem.

Kapacita oblasti MS.01.01.01

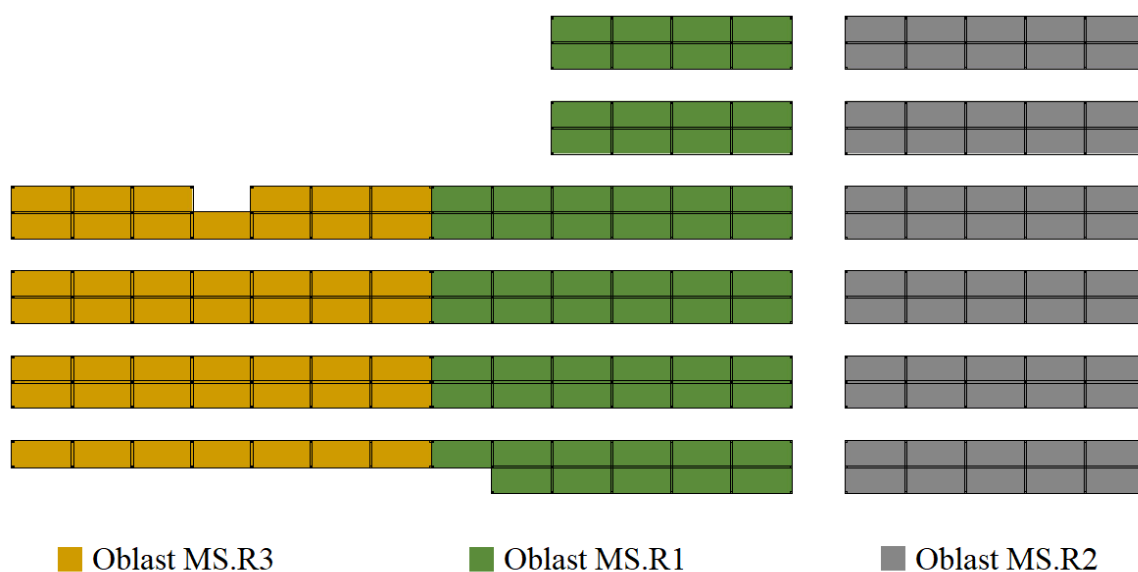
$Plocha MS.01.01.01(ks) = max. počet vozíků \times max. kapacita vozíku$

$Plocha MS.01.01.01(ks) = (44 + 24) \times 14$

$Plocha MS.01.01.01 = 952 ks KLT$

3.10 Oblasti skladu MS: R1, R2, R3

Půdorysné schéma rozmístění regálových oblastí ve skladu MS.



Obrázek 22 Schéma regálových oblastí MS.R z aplikace Inventor

Nyní zde následuje rozebrání každé skladové plochy v oblasti MS.R pro výrobu z hlediska:

- využití objemu kapacit KLT
- mrtvých zásob (nevyužité zásoby)

Využití objemu kapacit KLT

Využití objemu kapacit KLT, tj. zda je konkrétní KLT box relevantně naplněn ložiskovými kroužky, a zda je tedy box KLT využíván efektivně bude vysvětleno níže. Využitý objem kapacit je ideálně maximálně naplněný box KLT. Tato situace však nenastane vždy, proto jsou do kategorie využitého objemu zahrnuty i méně naplněné boxy, při nevyužití jejich maximální kapacity.

Nevyužitý objem kapacit KLT boxu je určen jako naplnění KLT pod úroveň 10 % objemu maximální kapacity KLT. Analýza skladu MS.R byla prováděna na dané kritérium mým odhadem, viz obrázek 17.

Mrtvé zásoby (nevyužité zásoby)

Kritérium pro mrtvé zásoby je určeno na ložiskové kroužky data výroby roku 2017 a starší. Mrtvé zásoby jsou neaktivní zásoby, které se velmi zřídka mohou využít.

Při analýze mrtvých zásob zde však vzniká odchylka. Kusy z výroby roku 2017 a starší jsou označeny nálepkou 2017 a později i následujících let z inventurních přepočítávání, kdy se zjišťuje stav skladu. Příklad takto označeného kusu KLT je na obrázku 23.



Obrázek 23 Ukázka průvodního lístku z inventury, bez uvedení roku výroby

Již zmíněná odchylka vzniká v případě jakéhokoliv poškození průvodního lístku, v takovém případě je nutno vyhotovit nový průvodní lístek.

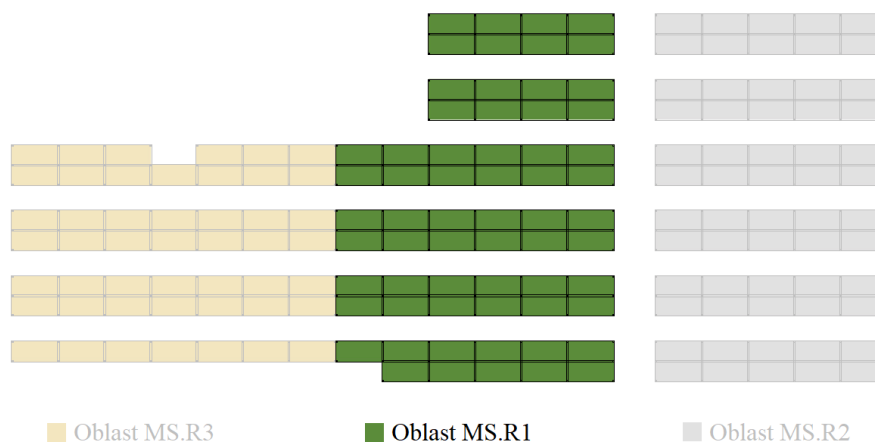
Nový průvodní lístek není opatřen nálepkou z inventur, které již proběhly a ve většině případů v původním lístku nebyl uveden rok výroby, ale pouze den a měsíc, tento problém byl již zmíněn dříve a je zřejmý z obrázku 23. V takovémto případě již není možné fyzicky zjistit, kdy byla tato KLT vyrobena, jelikož na nový průvodní lístek je napsáno datum ve formě dne a měsíce, protože rok nebyl na původním lístku zapsán.

Dále je na průvodní lístek zapsán také konkrétní typ ložiskového kroužku, jeho počet a další informace o výrobku, ale informace o roku výroby na novém lístku chybí.

Boxy KLT, které jsou vyrobeny po roce 2017, tedy v roce 2018 po současnost jsou opačným kritériem pro mrtvé zásoby a jsou uváděny jako: Aktivní zásoby od 2018 po současnost.

3.11 Oblast MS.R1

Zvýraznění umístění oblasti MS.R1



Obrázek 24 Schéma oblasti MS.R1 z aplikace Inventor

V tabulce je přehled kapacit skladového prostoru MS.R1. Kapacita jednotlivého bloku činí 36 KLT (1 blok = 1 obdélník v obrázku 24). Vždy dva regály mají jednu společnou stěnu. V oblasti MS.R1 je prvních osm regálů šestiblokových, (s výjimkou prvního pětiblokového). Zbývající čtyři jsou čtyřblokové.

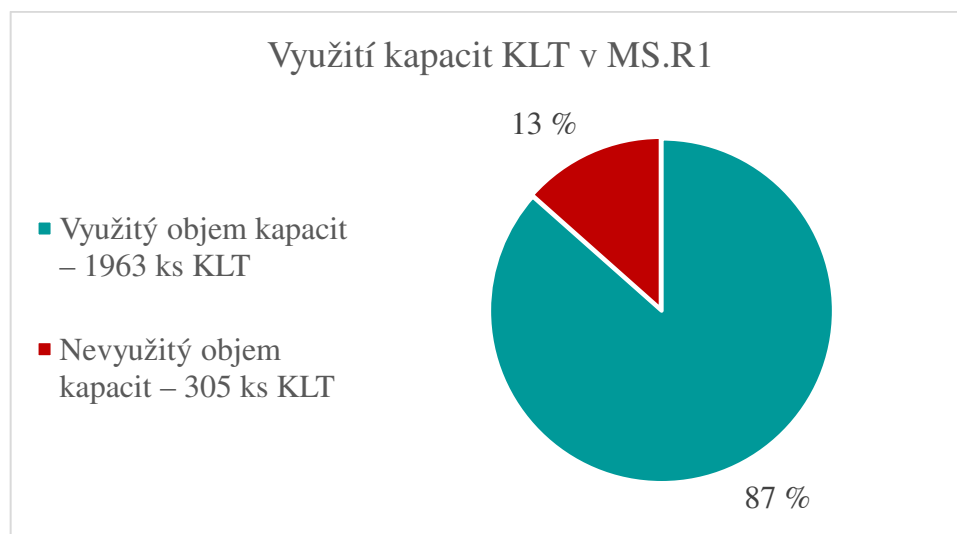
Pro výjimku prvního pětiblokového regálu je celková kapacita snížena o chybějící blok, tedy mínus 36 ks KLT z celkové kapacity oblasti R1.

Celkově může být umístěno do regálů oblasti MS.R1 2268 ks KLT.

Tabulka 1 Přehled kapacit skladového prostoru MS.R1

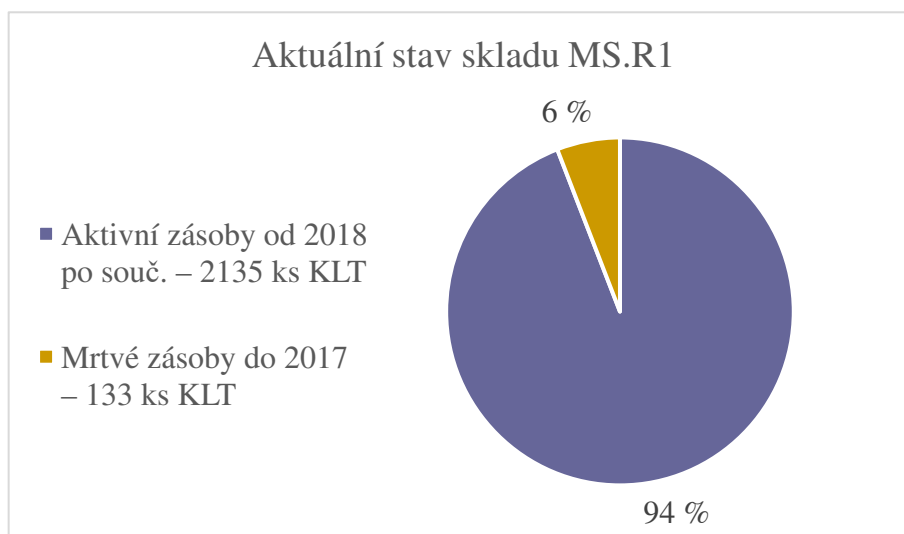
Lokace	Specifikace	Počet	Jednotka
R1	Kapacita v bloku	36	ks KLT
	Počet regálů ve skladu R1.01–.08	8	ks
	Počet bloků v 1 regálu R1.01–.08	6	ks
	Kapacita regálů v R1 .01–.08	1692	ks KLT
	Počet regálů ve skladu R1.09–.12	4	ks
	Počet bloků v 1 regálu R1.09–.12	4	ks
	Kapacita regálů v R1 .09–.12	576	ks KLT
	Celková kapacita skladu R1	2268	ks KLT

V oblasti MS.R1 byla provedena analýza na kritérium: Využití kapacit KLT. Z celkové kapacity 2268 ks KLT oblasti R1 bylo zjištěno, že 305 ks KLT (13 %), je naplněno na méně, než 10 % svého objemu. Jedná se tedy o nevyužitý objem kapacit.



Graf 3 Využití kapacit KLT v MS.R1

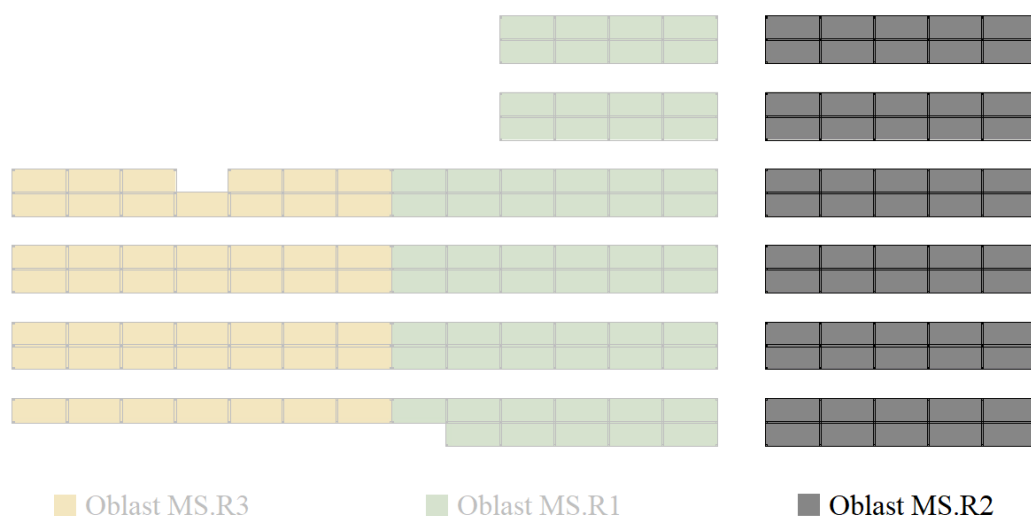
Dále v oblasti R1 byla provedena analýza na kritérium: Mrtvé zásoby. Z celkové kapacity 2268 ks KLT bylo zjištěno, že 133 ks KLT (6 %) spadá do kategorie mrtvých zásob.



Graf 4 Aktuální stav skladu MS.R1

3.12 Oblast MS.R2

Zvýraznění umístění oblasti MS.R2



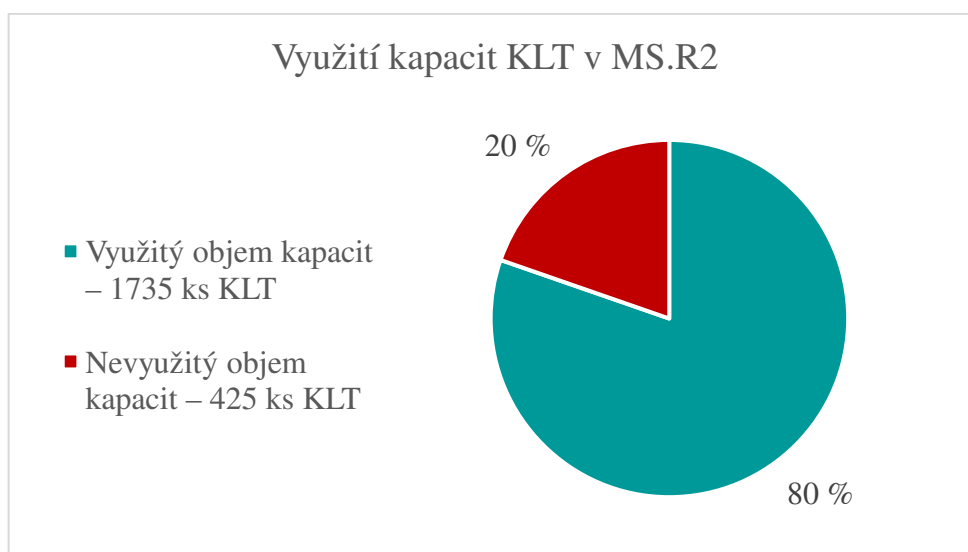
Obrázek 25 Schéma oblasti MS.R2 z aplikace Inventor

V tabulce je shrnutí kapacit oblasti MS.R2, kterou tvoří dvanáct pětiblokových regálů o celkové kapacitě 2160 ks KLT. Vždy dva regály mají jednu společnou stěnu.

Tabulka 2 Přehled kapacit skladového prostoru MS.R2

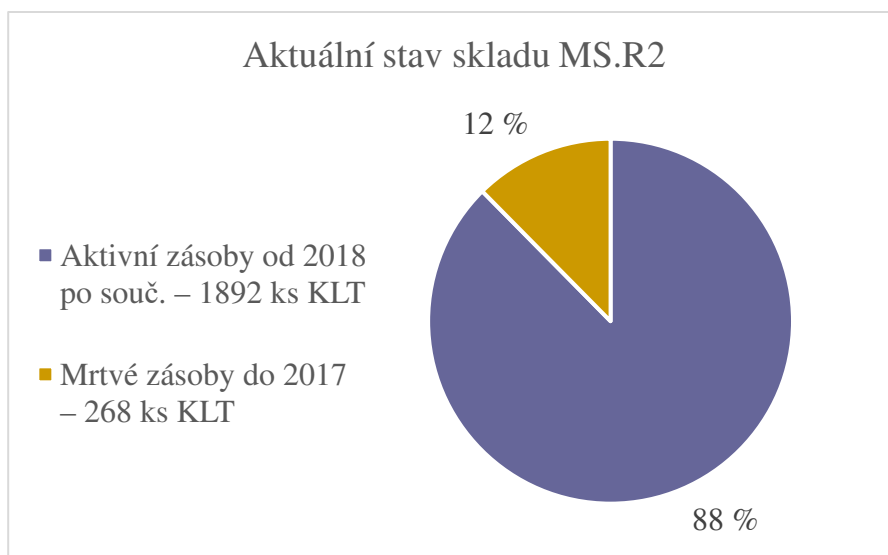
Lokace	Specifikace	Počet	Jednotka
R2	Kapacita v bloku	36	ks KLT
	Počet regálů ve skladu R2	12	ks
	Počet bloků v 1 regálu R2	5	ks
	Celková kapacita skladu R2	2160	ks KLT

V oblasti MS.R2 byla provedena analýza na kritérium: Využití kapacit KLT. Z celkové kapacity 2160 ks KLT oblasti R2 bylo zjištěno, že 425 ks KLT (20 %), je naplněno na méně, než 10 % svého objemu. Jedná se tedy o nevyužitý objem kapacit.



Graf 5 Využití kapacit KLT v MS.R2

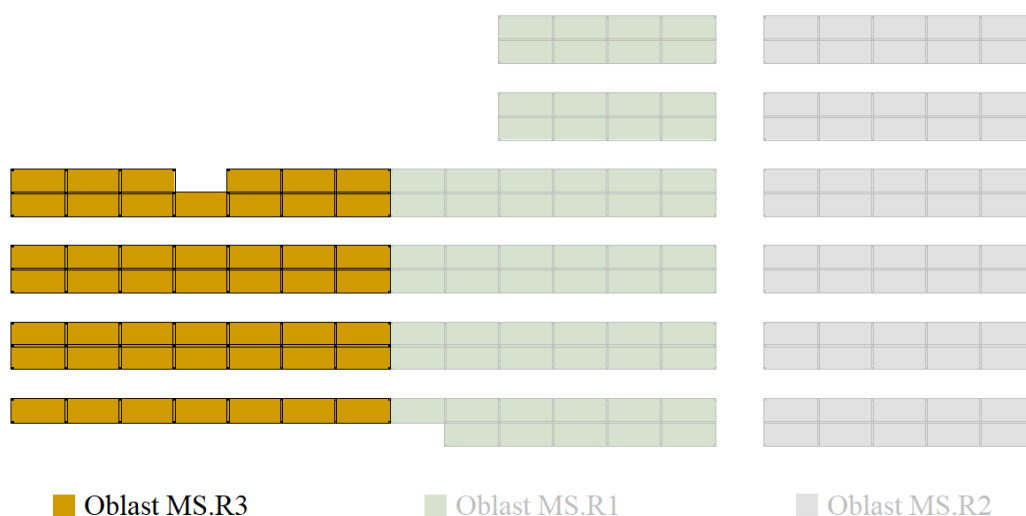
Dále v oblasti R2 byla provedena analýza na kritérium: Mrtvé zásoby. Z celkové kapacity 2160 ks KLT bylo zjištěno, že 268 ks KLT (12 %) spadá do kategorie mrtvých zásob.



Graf 6 Aktuální stav skladu MS.R2

3.13 Oblast MS.R3

Zvýraznění umístění oblasti MS.R3



Obrázek 26 Schéma oblasti MS.R3 z aplikace Inventor

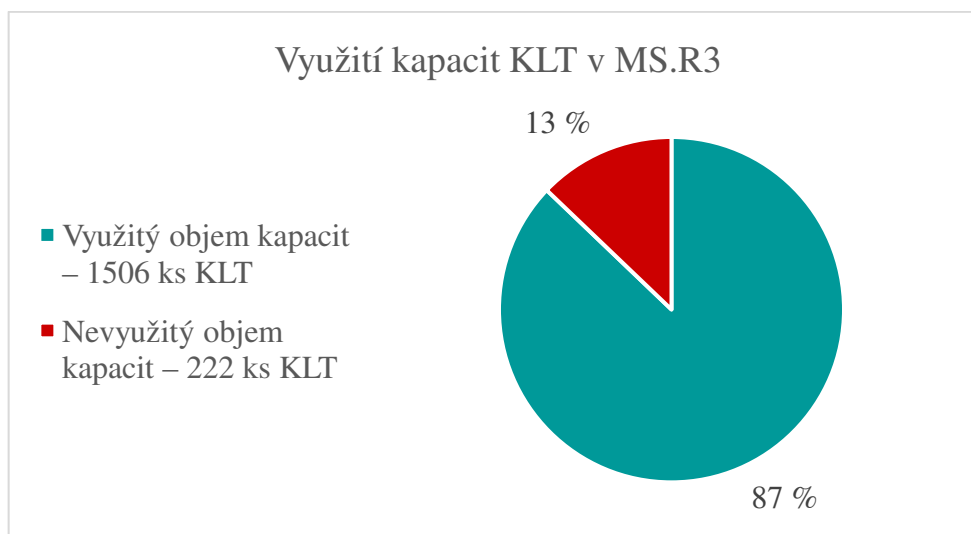
Ve skladovacích regálech MS.R3 je kapacita pro 1728 ks KLT. Regály jsou sedmiblokové a celkem je jich zde umístěno sedm v řadě za sebou.

Obdobně jako u MS.R1 je zde výjimka, a to taková, že v posledním regálu chybí jeden blok, viz přiložené schéma. Celková kapacita skladu je snížena o chybějící blok, tj. minus 36 ks KLT.

Tabulka 3 Přehled kapacit skladového prostoru MS.R3

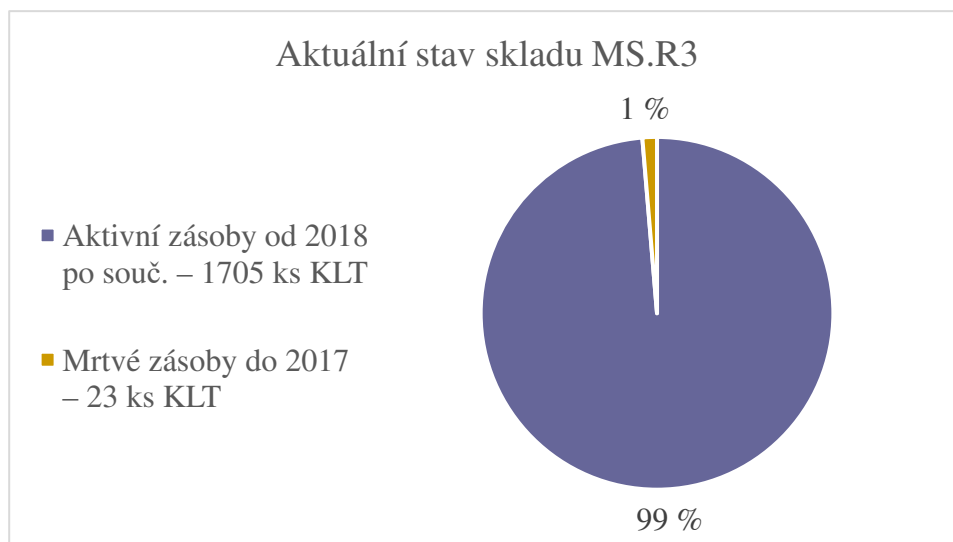
Lokace	Specifikace	Počet	Jednotka
R3	Kapacita v bloku	36	ks KLT
	Počet regálů ve skladu R3	7	ks
	Počet bloků v 1 regálu R3	7	ks
	Celková kapacita skladu R3	1728	ks KLT

V oblasti MS.R3 byla provedena analýza na kritérium: Využití kapacit KLT. Z celkové kapacity 1728 ks KLT oblasti R3 bylo zjištěno, že 222 ks KLT (13 %), je naplněno na méně, než 10 % svého objemu. Jedná se tedy o nevyužitý objem kapacit.



Graf 7 Využití kapacit KLT v MS.R3

Dále v oblasti R3 byla provedena analýza na kritérium: Mrtvé zásoby. Z celkové kapacity 1728 ks KLT bylo zjištěno, že pouhých 23 ks KLT (1 %) spadá do kategorie mrtvých zásob.



Graf 8 Aktuální stav skladu MS.R3

3.14 Oblasti MS R1, R2, R3 celkem

Tabulka 4 Přehled kapacit skladového prostoru MS.R

Specifikace	Počet	Jednotka
Celková kapacita oblasti MS.R1	2268	ks KLT
Celková kapacita oblasti MS.R2	2160	ks KLT
Celková kapacita oblasti MS.R3	1728	ks KLT
Celková kapacita skladu MS.R	6156	ks KLT

Tabulka výše zobrazuje přehled maximálního množství ks KLT, které mohou být umístěny do jednotlivých oblastí skladu MS. Oblasti dohromady tvoří kapacitu skladu 6156 ks KLT.

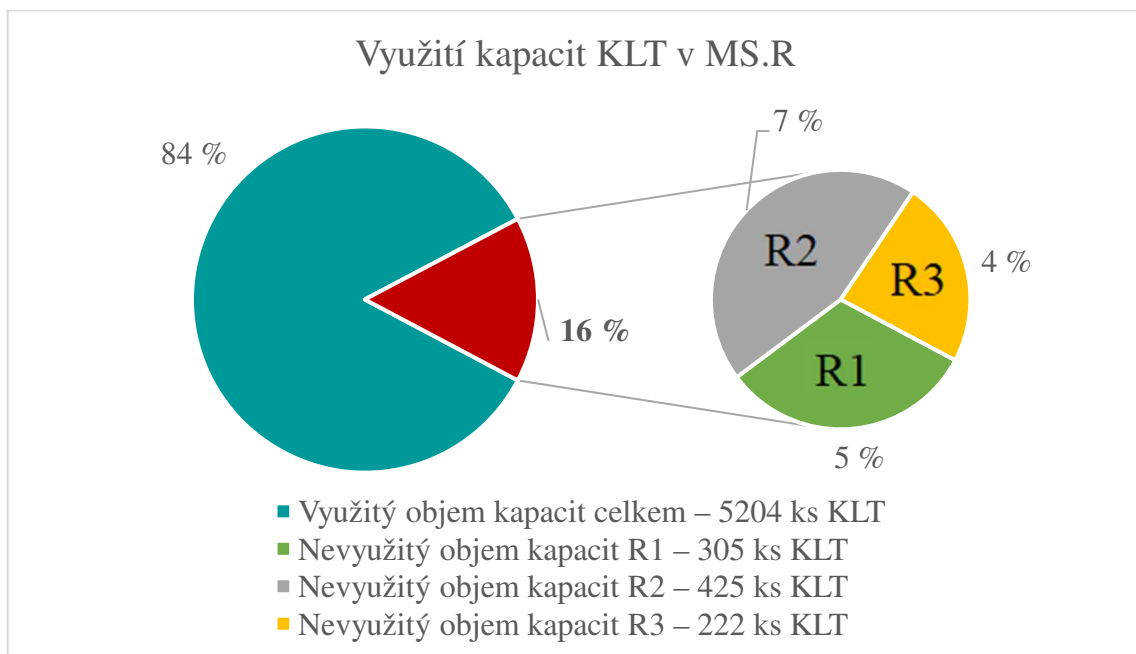
3.14.1 Přehled využití kapacit ve skladu MS.R

Zde je celkové shrnutí využití kapacit KLT v MS.R. Z celkového objemu 6 156 ks KLT je 952 ks KLT tj. 16 %, je využito pod 10 % objemu jednotlivého KLT boxu. Přeskladením těchto kusů do věžového poloautomatického regálu, který je umístěn vedle skladu MS je možno získat tuto uvolněnou kapacitu pro nově příchozí ložiskové kroužky.

Nyní je sklad MS.R obsazen z 90 % a to tvoří překážku při potřebě umístit větší zakázku do regálu společně. V jednotlivých blocích v MS.R, je vždy pouze pár volných míst pro uložení boxů KLT, řádově je každý blok obsazen 31 – 36 boxy KLT. při příchodu větší zakázky, která putuje do regálového uložení je skladník MS nucen rozdělit tuto zakázku do více bloků než zakázku společně uložit do jednoho. Důvodem je právě nedostatečně velký počet volných míst v jednom bloku.

Tím vznikají různě rozmístěné stejné ložiskové kroužky, které je pak problematictější lokalizovat, popřípadě odeslat k montáži, právě kvůli jejich nejednotnému uložení.

Dále s tímto vzniká problém s určením počtu KLT v bloku, který byl již zmíněn dříve.

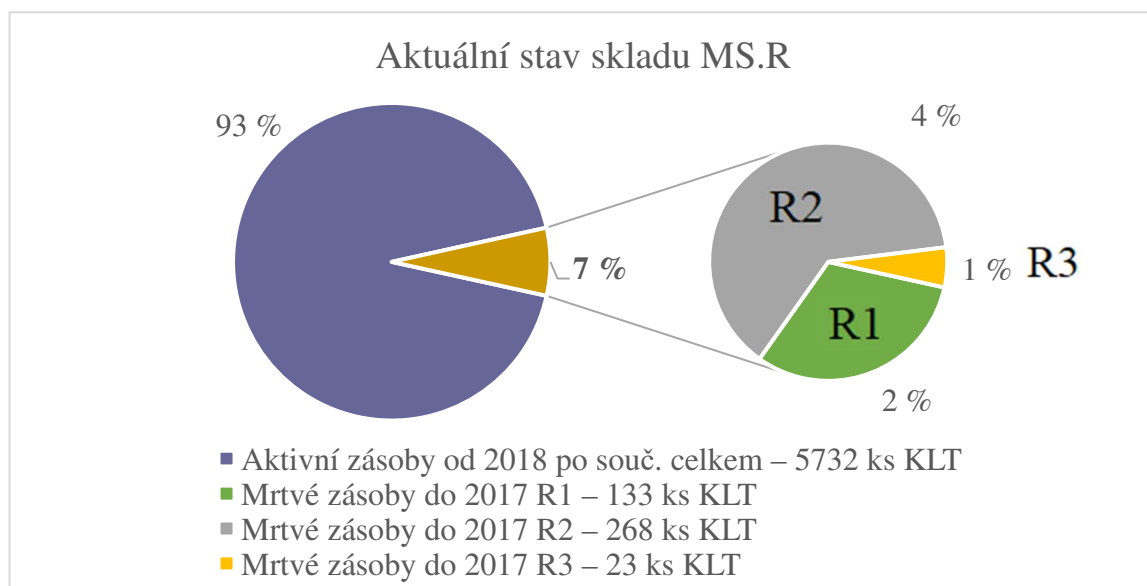


Graf 9 Využití kapacit KLT v MS.R

3.14.2 Mrtvé zásoby skladu MS.R

Mrtvé zásoby, které vycházejí z kritéria, kdy je KLT box označen inventurní nálepkou z roku 2017, dosahují 424 ks KLT (7 %) celkového objemu skladu MS.R 6 156 ks KLT. Toto číslo není nikterak alarmující, ale odstraněním těchto kusů je možno uvolnit kapacitu skladu pro nově příchozí.

Popřípadě tyto mrtvé zásoby přemístit do zadních řad regálů nebo jiné lokace, aby se tyto ks KLT nenacházely ve frekventovanějších částech skladu, co se pohybu týče.



Graf 10 Aktuální stav skladu MS.R

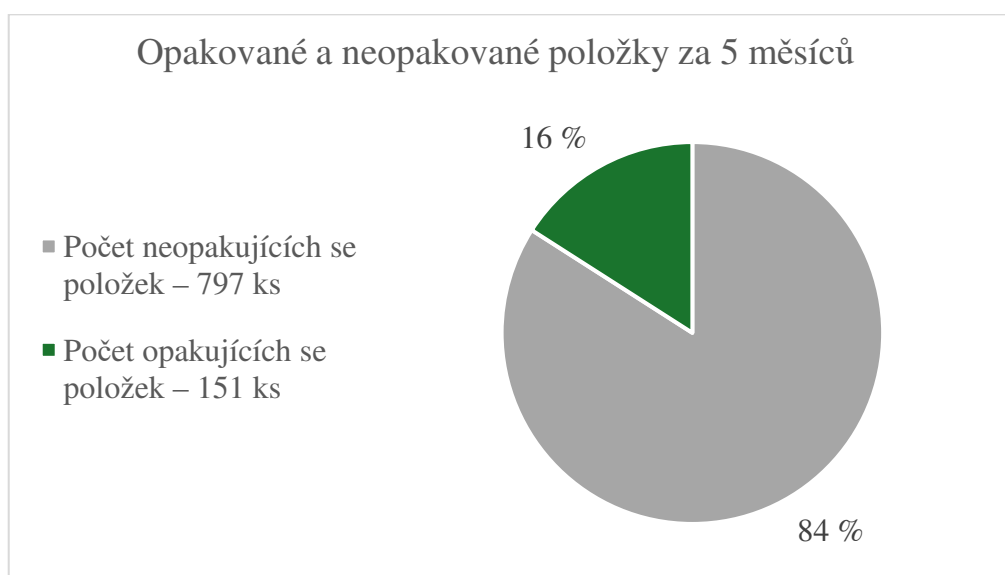
4 ABC analýza opakovaná výroba

Sklad MS je pro zakázkovou výrobu, i přesto se zde nachází část dílů, které se zde ve výrobě opakují.

Pro analýzu bylo vycházeno z ložiskových kroužků, které za časový horizont 20 týdnů (5 měsíců září – leden, kdy vánoční odstávka nebyla započítána do analýzy) byly odeslány ze skladu MS do výroby. Nastavené kritérium pro opakovatelnost výroby kroužku bylo stanoveno na minimální počet 4 měsíců opakování z 5.

Celkem z dat za 20 týdnů, respektive 5 měsíců se jedná o 948 typů ložiskových kroužků, které odešly ze skladu MS na montáž.

Zde je porovnání opakované a neopakované výroby za časový úsek 5 měsíců.



Graf 11 Opakované a neopakované položky za 5 měsíců

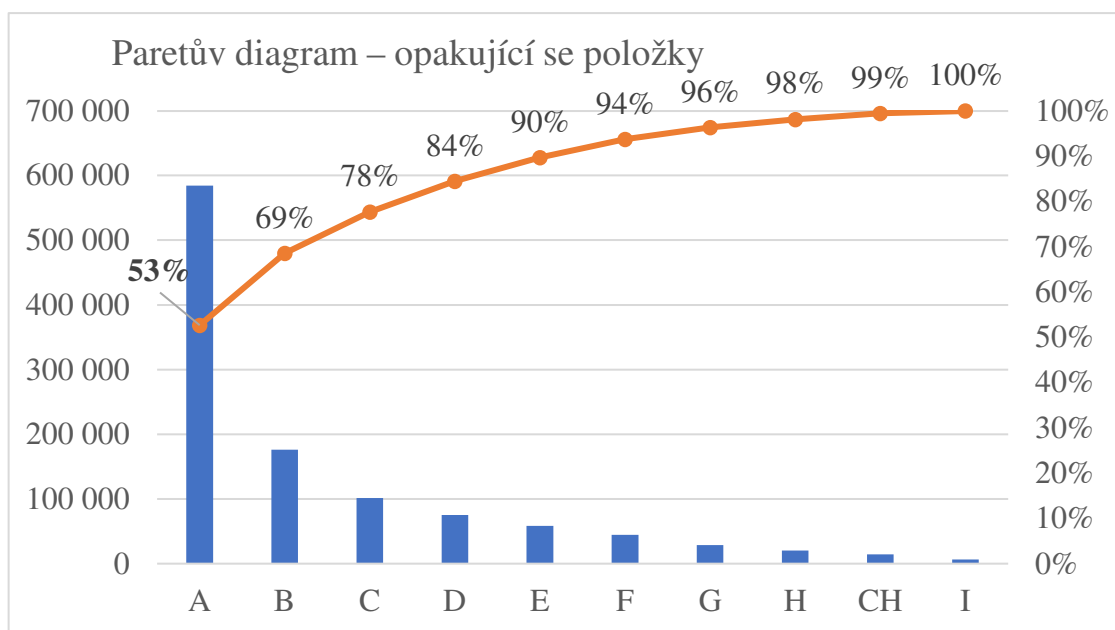
4.1 Aplikace Paretovy analýzy

Paretova analýza je zaměřena na opakující se položky, konkrétně na 151 položek, které v období 5 měsíců byly odeslány ze skladu MS na montáž.

151 položek je seřazeno dle počtu odeslaných kusů od největší po nejmenší a rozděleno do 10 kategorií A – I. V jednotlivých kategoriích jsou sečteny počty kusů z 5 měsíců výroby a seřazeny do tabulky.

Tabulka 5 Kategorie A–I

Kategorie	Počet kusů	Četnost	Kumulativně
A	584 562	52,66 %	52,66 %
B	176 278	15,88 %	68,55 %
C	101 530	9,15 %	77,69 %
D	75 085	6,76 %	84,46 %
E	58 441	5,27 %	89,72 %
F	44 396	4,00 %	93,72 %
G	28 809	2,60 %	96,32 %
H	20 197	1,82 %	98,14 %
CH	14 485	1,30 %	99,44 %
I	6 192	0,56 %	100,00 %
Celkem	1 109 975		



Graf 12 Paretův diagram – opakující se položky

Z Paretova diagramu je patrné, že kategorie A tvoří 53 % objemu opakované výroby. U kategorie B je značně viditelný pokles, kdy kategorie B tvoří 13 % objemu opakované výroby a dále tento klesající trend pokračuje.

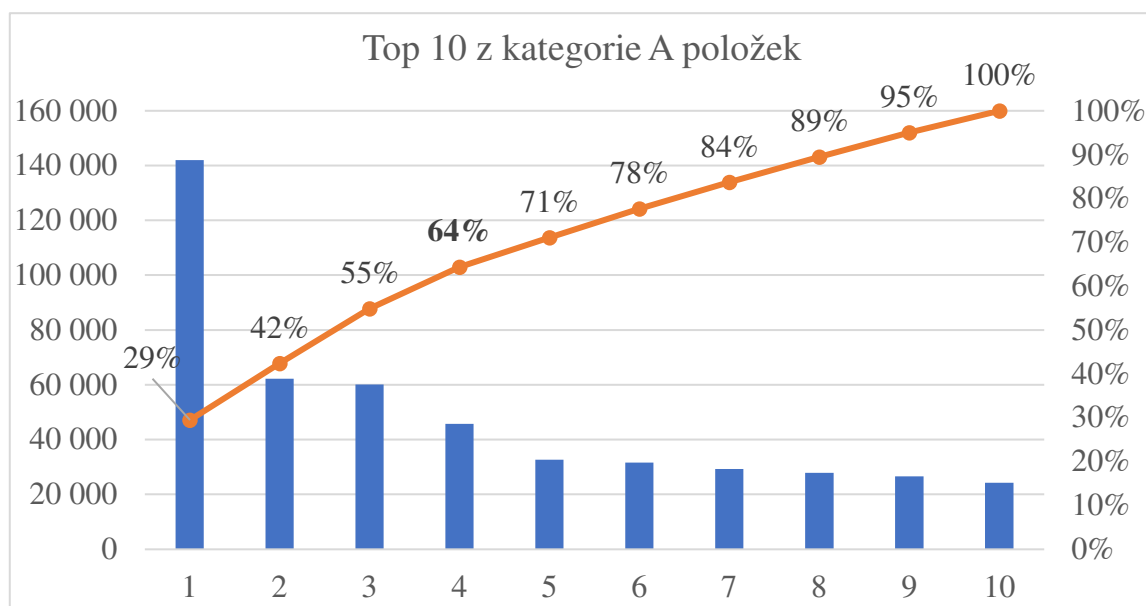
4.2 Aplikace Paretovy analýzy na top 10

Další použití Paretovy analýzy je aplikováno na kategorii A, se zaměřením na největších 10 položek, respektive ložiskových kroužků s největším objemem z opakující se výroby.

Nyní již konkrétní položky pod označením 1 – 10 jsou seřazeny sestupně v následující tabulce.

Tabulka 6 Položky 1–10

Položka	Počet kusů	Četnost	Kumulativně
1	142 039	29,46 %	29,46 %
2	62 188	12,90 %	42,36 %
3	60 135	12,47 %	54,84 %
4	45 740	9,49 %	64,32 %
5	32 632	6,77 %	71,09 %
6	31 542	6,54 %	77,64 %
7	29 210	6,06 %	83,70 %
8	27 890	5,79 %	89,48 %
9	26 522	5,50 %	94,98 %
10	24 189	5,02 %	100,00 %
Celkem	482 087		



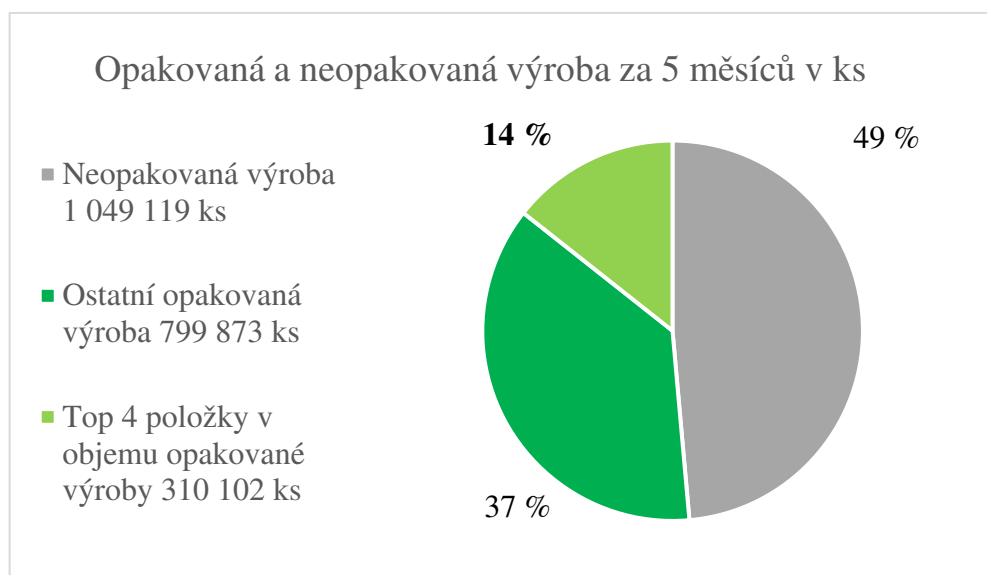
Graf 13 Top 10 z kategorie A položek

Z Paretova diagramu Top 10 z kategorie A položek, tedy 10 největších položek dle objemu opakované výroby, je zřejmé, že z 10 největších položek tvoří první 4 položky 64 % objemu odeslaných kusů z MS k montáži.

Po položce č.4, kde je kumulativní vzestup o 9,48 % je kumulativní vzestup položky č.5 menší a to 6,77 % a tento údaj se na kumulativní křivce postupně snižuje.

4.3 Top 4 položky v objemu výroby

V následujícím grafu je pohled na položky 1 – 4, tedy top 4 položky v objemu výroby v rámci opakované a neopakované výroby za období 5 měsíců v kusech.



Graf 14 Opakovaná a neopakovaná výroba za 5 měsíců v ks

Z hlediska počtu kusů lze na grafu vidět, že z původních opakujících se 16 % položek, (151 z 948 typů ložiskových kroužků) na které byla aplikována Paretova analýza, tyto opakované položky tvoří 51 % (1 109 975 kusů) objemu vyrobených kusů za stanovené období 5 měsíců (2 159 094 kusů). Z těchto 51 % opakujících se výroby tvoří 14 % objemu (310 102 kusů) čtyři typy ložiskových kroužků.

Z hlediska položek, tedy celkem z 948 typů ložiskových kroužků, tvoří pouze 4 konkrétní typy ložiskových kroužků 14 % výroby. Z tohoto důvodu na tyto čtyři v kusech největší položky jsou zpracovány výpočty na obrátkovost, pojistnou zásobu.

4.4 Top 4 položky v objemu

Následující kapitola je soustředěna na top 4 položky v objemu výroby. Bližší specifikace k těmto položkám jsou shrnuty v tabulce. Bylo nezbytné u každého ložiskového kroužku zjistit potřebné údaje jako průměrnou týdenní objednávku a maximální počet kusů, které je možno umístit do KLT boxu.

Nyní již položky 1 – 4, tedy top 4 položky v konkrétním pojmenování seřazeny sestupně v tabulce:

Tabulka 7 Top 4 položky v objemu výroby

Položka	Počet kusů za sledované období	Průměrná objednávka v ks týden	Max počet ks v KLT	Průměr v ks KLT na týden
AR.AJ-607-067	142 039	7 102	97	73,2
AR.AJ-604-394	62 188	3 109	1 400	2,2
JR.TJ-603-796.FRG	60 135	3 007	57	52,8
AR.TJ-609-234	45 740	2 287	112	20,4

Z tabulky se výrazně odlišuje druhá největší položka v objemu výroby, a to položka AR.AJ-604-394. Konkrétně se liší v maximálním počtu kusů v KLT. Při počtu 1 400 ks v jediném KLT, a tedy průměrné spotřebě 2,2 KLT boxu za týden je sice tato položka co se objemu v kusech týče na druhé příčce, avšak rozměrem je tento ložiskový kroužek jeden z nejmenších vyráběných.

Z tohoto důvodu se tato položka neobjeví ve výpočtech zásob, jelikož při uvážení potřebné kapacity pro sklad, která je velmi malá, je možno tento ložiskový kroužek vynechat.

4.4.1 AR.AJ-607-067 výpočty podle kapitoly 1.1.4

Obratová zásoba dle vzorce (1):

$$\frac{Q}{2} = \frac{7\,102}{2} = 3\,551 \text{ ks} \quad (6)$$

Pojistná zásoba dle vzorce (2):

$$Z_p = \frac{\text{Počet ks celkem}}{\text{Počet pracovních dnů}} \times \text{Počet dnů pojistné zásoby} \quad (7)$$

$$Z_p = \frac{142\,039}{100} \times 2 = 2\,840,8 \text{ ks} \quad (8)$$

Průměrná fyzická zásoba dle vzorce (3):

$$Z_c = \frac{Q}{2} + Z_p \quad (9)$$

$$Z_c = \frac{7\,102}{2} + 2\,840,8 = 6\,391,8 \text{ ks}$$

Obrátka dle vzorce (4):

$$Q_{ob} = \frac{\text{Počet ks celkem}}{Z_c} \quad (10)$$

$$Q_{ob} = \frac{142\,039}{6\,391,8} = 22,2 \text{ dnů} \quad (11)$$

Doba obratu zásob dle vzorce (5):

$$t_{ob} = \frac{\text{Počet pracovních dnů}}{Q_{ob}} \quad (12)$$

$$t_{ob} = \frac{100}{22,2} = 4,5 \text{ dnů} \quad (13)$$

Průměr ks KLT na týden

$$\text{Průměr ks KLT na týden} = \frac{Z_c}{\text{Počet ks v KLT}} \quad (14)$$

$$\text{Průměr ks KLT na týden} = \frac{6\,391,8}{97} = 65,9 \text{ ks KLT} \quad (15)$$

65,9 ks KLT odpovídá (4,7) po zaokrouhlení 5 vozíkům

4.4.2 JR.TJ-603-796.FRG výpočty podle kapitoly 1.1.4

Obratová zásoba dle vzorce (1):

$$\frac{Q}{2} = \frac{3\,007}{2} = 1\,503,4 \text{ ks} \quad (16)$$

Pojistná zásoba dle vzorce (2):

$$Z_p = \frac{\text{Počet ks celkem}}{\text{Počet pracovních dnů}} \times \text{Počet dnů pojistné zásoby} \quad (17)$$

$$Z_p = \frac{60\,135}{100} \times 2 = 1\,202,7 \text{ ks} \quad (18)$$

Průměrná fyzická zásoba dle vzorce (3):

$$Z_c = \frac{Q}{2} + Z_p \quad (19)$$

$$Z_c = \frac{3\,007}{2} + 1\,202,7 = 2\,706,1 \text{ ks} \quad (20)$$

Obrátka dle vzorce (4):

$$Q_{ob} = \frac{\text{Počet ks celkem}}{Z_c} \quad (21)$$

$$Q_{ob} = \frac{60\,135}{2\,706,1} = 22,2 \text{ dnů} \quad (22)$$

Doba obratu zásob dle vzorce (5):

$$t_{ob} = \frac{\text{Počet pracovních dnů}}{Q_{ob}} \quad (23)$$

$$t_{ob} = \frac{100}{22,2} = 4,5 \text{ dnů} \quad (24)$$

Průměr ks KLT na týden

$$\text{Průměr ks KLT na týden} = \frac{Z_c}{\text{Počet ks v KLT}} \quad (25)$$

$$\text{Průměr ks KLT na týden} = \frac{2\,706,1}{57} = 47,5 \text{ ks KLT} \quad (26)$$

47,5 ks KLT odpovídá (3,4) po zaokrouhlení 4 vozíkům

4.4.3 AR.TJ-609-234 výpočty podle kapitoly 1.1.4

Obratová zásoba dle vzorce (1):

$$\frac{Q}{2} = \frac{2\,287}{2} = 1\,143,5 \text{ ks} \quad (27)$$

Pojistná zásoba dle vzorce (2):

$$Z_p = \frac{\text{Počet ks celkem}}{\text{Počet pracovních dnů}} \times \text{Počet dnů pojistné zásoby} \quad (28)$$

$$Z_p = \frac{45\,740}{100} \times 2 = 914,8 \text{ ks} \quad (29)$$

Průměrná fyzická zásoba dle vzorce (3):

$$Z_c = \frac{Q}{2} + Z_p \quad (30)$$

$$Z_c = \frac{2\,287}{2} + 914,8 = 2\,058,3 \text{ ks} \quad (31)$$

Obrátka dle vzorce (4):

$$Q_{ob} = \frac{\text{Počet ks celkem}}{Z_c} \quad (32)$$

$$Q_{ob} = \frac{45\,740}{2\,058,3} = 22,2 \text{ dnů} \quad (33)$$

Doba obratu zásob dle vzorce (5):

$$t_{ob} = \frac{\text{Počet pracovních dnů}}{Q_{ob}} \quad (34)$$

$$t_{ob} = \frac{100}{22,2} = 4,5 \text{ dnů} \quad (35)$$

Průměr ks KLT na týden

$$\text{Průměr ks KLT na týden} = \frac{Z_c}{\text{Počet ks v KLT}} \quad (36)$$

$$\text{Průměr ks KLT na týden} = \frac{2\,058,3}{112} = 18,4 \text{ ks KLT} \quad (37)$$

18,4 ks KLT odpovídá (1,3) po zaokrouhlení 2 vozíkům

4.5 Návrh optimalizace umístění klíčových položek

Shrnutí výpočtů je zobrazeno v následující tabulce

Tabulka 8 Shrnutí výpočtů

Položka	Zc [ks]	Zc [ks KLT]	Počet vozíků [ks]
AR.AJ-607-067	6 391,8	65,9	5
JR.TJ-603-796.FRG	2 706,1	47,5	4
AR.TJ-609-234	2 058,3	18,4	2
Celkem	11 156,1	131,7	11

Výpočty vycházely z průměrné týdenní objednávky za stanovené období a pojistná zásoba je počítána na 2 dny.

Průměrná fyzická zásoba je tedy stanovena na týden u tří výše zmíněných položek. Odesílání na montáž těchto tří položek je na denní bázi, tedy každý den v závislosti na ostatní výrobě jsou tyto položky odesílány do výroby. Vypočtená průměrná fyzická zásoba by měla pokrýt průměrnou týdenní spotřebu a tato zásoba bude obměněna dle výpočtu obrátky každých 22,2 dnů.

V tabulce jsou přepočítány průměrné fyzické zásoby v kusech na naplněné boxy KLT dle rozměrů jednotlivých ložiskových kroužků. Dále je v tabulce uvedený přepočet na vozíky, to z důvodu, protože tyto typy ložiskových kroužků jsou téměř denně na výrobním programu. Jejich zaskladnění do regálů MS.R by bylo příliš náročné na manipulaci, jelikož se jedná o velkoobjemové položky.

Ideálním umístěním je tedy oblast MS.01.01.01, která je uzpůsobena na velkoobjemové položky. V této oblasti je 6 průjezdných FIFO kolejnic o kapacitě 4 vozíků a 22 neprůjezdných kolejnic s poloviční kapacitou, tedy 2 vozíky.

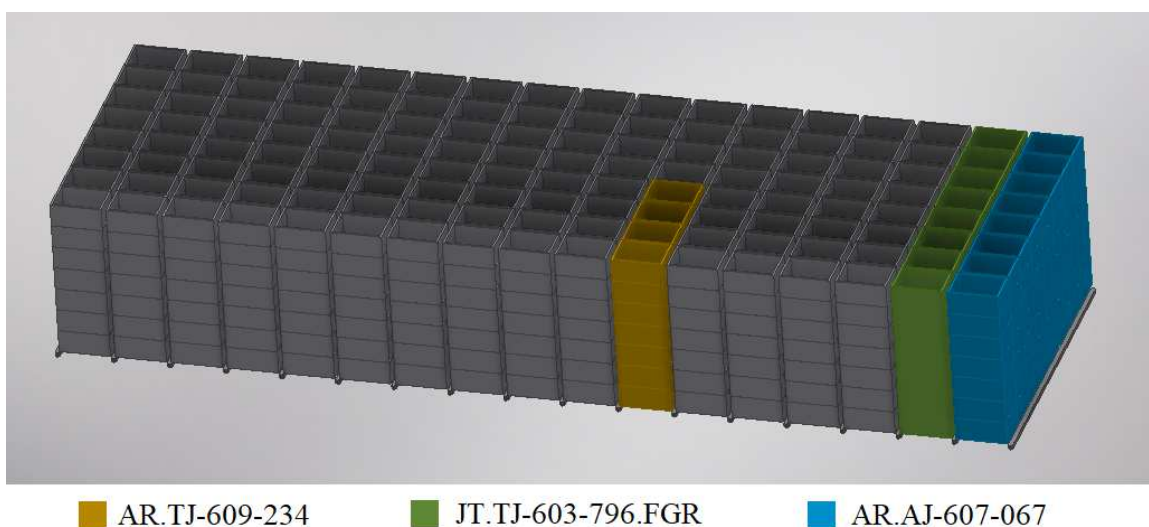
Celkem se jedná o vyhrazení místa pro 11 vozíků potřebných k nastavení této průměrné fyzické zásoby.

Z aktuální situace, kdy nejobjemnější položka AR.AJ-607-067 je denně odesílána do výroby, je stanovena výjimka z počtu potřebných 5 vozíků na 4 vozíky, které budou umístěny do jedné FIFO kolejničky, a to z důvodu velké frekventovanosti této položky. Případný pátý vozík bude umístěn z boční strany MS.01.01.01.

Položka JR.TJ-603-796.FGR bude umístěna ve vedlejší FIFO kolejničce a položka AR.TJ-609-234 bude umístěna v nejbližší neprůjezdné kolejničce.

Každý vozík má kapacitu 2×7 ks KLT.

Zde je grafická ukázka plánovaného uložení ložiskových kroužků v oblasti MS.01.01.01.



Obrázek 27 Návrh uložení klíčových položek v MS.01.01.01 z aplikace Inventor

5 Celkové zhodnocení přínosu bakalářské práce a doporučení

Pro zpracování bakalářské práce bylo vycházeno z předmětů Logistiky a Organizace a řízení. Společnost Koyo Bearings mi poskytla prostor a nezbytně nutné interní informace k mým analýzám. Při vyhotovování těchto analýz byla nutná spolupráce s pracovníky skladu a oddělením logistiky, kteří byli vždy vstřícní prokonzultovat potřebná data a díky těmto zkušenostem rozšířit mé znalosti z praxe.

V bakalářské práci byly vypracovány 2 analýzy na aktuální stav skladu MS.R vzhledem na kritéria: využití kapacit KLT a mrtvých zásob v oblasti.

U analýzy využití kapacit KLT bylo navrženo přemístit objemově nevyužité boxy KLT do poloautomatického věžového regálu pro uvolnění kapacity MS.R.

Pro analýzu na mrtvé zásoby byly jako řešení navrženy dva možné postupy. Přeskladnění mrtvých zásob do zadních řad regálů, anebo jejich úplná likvidace.

Dále byla provedena analýza na opakující a neopakující se výrobu za 5 měsíců. Na výsledná data byla aplikována ABC analýza za použití Paretova diagramu, výsledkem jsou klíčové ložiskové kroužky tvořící podstatnou část výroby společnosti. Pro tyto položky byly vypracovány výpočty průměrné fyzické zásoby a bylo navrženo optimální umístění vychystávání k montáži.

Při analyzování skladu MS.R byla navržena doporučení, která by usnadnila práci a zlepšila aktuální přehled skladu.

U průvodních lístků bylo navrženo sjednocení informací o datu výroby, aby nevznikaly KLT boxy s nepřesným rokem výroby.

Bylo navrženo zpřesnění stávající lokace uskladnění v MS.R na podrobnější lokaci a tím zlepšení celkového přehledu této oblasti. Dále je doporučeno zadat do systému u každého typu ložiskového kroužku maximální počet ks, který je možný umístit do 1 KLT.

6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo analyzovat současný stav skladování zásob a optimalizovat jejich zásobování pro pracoviště montáže.

Společnost Koyo Bearings s.r.o. se zabývá výrobou válečkových a jehličkových ložisek. Hlavní příjmy společnosti tvoří export výrobků do zahraničí, převážně do Německa, Itálie, Švédska a dalších evropských zemí. Největší zákazníci jsou společnosti Volkswagen, Daimler, Audi.

Úvodní kapitola se zabývá teoretickou částí práce a představením společnosti Koyo Bearings s.r.o., jejich výrobním portfoliem, zákazníky a aktivitami v oblasti životního prostředí.

Druhá kapitola se zabývá analýzou aktuálního stavu skladu, jsou zde popsány jednotlivé oblasti skladu, systém uskladňování a problematika průvodních lístků. Je zde zaměření na oblasti skladu MS a jejich podrobnou analýzu na dvě stanovená kritéria. Na konci této kapitoly se nachází vyhodnocení analýz a doporučené kroky k uvolnění skladovacího prostoru v oblasti MS.

V následující kapitole je aplikována ABC analýza s použitím Paretova diagramu na opakující se výrobu za dané období. Výsledkem analýzy jsou klíčové položky ve výrobě, na které jsou aplikovány výpočty pro průměrnou fyzickou zásobu. Následuje shrnutí výpočtů a je vytvořen návrh pro jejich optimální zásobování pracoviště montáže.

V závěru této bakalářské práce se nachází celkové zhodnocení přínosu bakalářské práce a doporučení pro další kroky vedoucí k optimalizaci skladování.

Cíle stanovené v úvodu bakalářské práce byly splněny a mohou tak přispět k využití optimálního modelu zásobování pro pracoviště montáže ve společnosti Koyo Bearings s.r.o.

7 Seznam použité literatury

[1] SLÍVA, Aleš. *Základy logistiky*. Ostrava: Vysoká škola Báňská-Technická univerzita, 2004. s. 4. ISBN 80-248-0678-9.

Dostupné také z: <https://kramerus-vs.nkp.cz/uuid/uuid:370e67f0-1565-11e6-aded-001018b5eb5c>

[2] HLAVENKA, Bohumil a Vysoké učení technické v Brně. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. s. [1a]. ISBN 80-214-2871-6.

Dostupné také z: <https://kramerus5.nkp.cz/uuid/uuid:76344e40-9c8d-11e6-9328-005056825209>

[3] MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Vysoká škola Báňská-Technická univerzita Ostrava. *Logistika I*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, Ekonomická fakulta, 2007. s. 41. ISBN 978-80-248-1419-3.

Dostupné také z: <https://kramerus-vs.nkp.cz/uuid/uuid:187eaa80-133c-11e8-8cd8-5ef3fc9bb22f>

[4] TUČEK, David, Roman BOBÁK a Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. s. [1a]. ISBN 80-7318-381-1.

Dostupné také z: <https://kramerus5.nkp.cz/uuid/uuid:901ba470-250e-11e7-a38c-005056827e51>

[5] SCHINDLEROVÁ, Vladimíra. *Logistika v příkladech*. Ostrava: Vysoká škola Báňská-Technická univerzita, 2013. ISBN 978-80-248-3057-5.

[6] *Koyo Bearings* [online]. [cit. 2019-11-26]. Dostupné z: <https://www.koyobearings.cz/uvod/>

[7] Sbírka listin *Koyo Bearings s.r.o.* [online]. [cit. 2019-11-26]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=240419>

[8] *JTEKT News* [online]. [cit. 2019-11-26]. Dostupné z: <https://www.jtekt.co.jp/e/news/120101.html>

[9] *JTEKT* [online]. [cit. 2019-11-26]. Dostupné z: <https://www.jtekt.co.jp/e/>

[10] Interní zdroje společnosti

Seznam obrázků

Obrázek 1 Princip doplňovacích systémů [5]	12
Obrázek 2 Olomoucké sídlo firmy [7]	14
Obrázek 3 Jednotlivé divize korporace JTEKT [9].....	14
Obrázek 4 Vývoj společnosti [7].....	15
Obrázek 5 Výzkumné středisko Koyo Bearings [7].....	15
Obrázek 6 příklady válečkových ložisek [9].....	16
Obrázek 7 Hlavní zákazníci společnosti [7].....	16
Obrázek 8 Získané certifikáty [7].....	17
Obrázek 9 Konkrétní umístění skladovacích prostor [10]	20
Obrázek 10 Hlavní sklad – oblast skladu obalového materiálu	21
Obrázek 11 ukázka skladovacích prostor oblasti HS	22
Obrázek 12 schéma skladu MS z aplikace Inventor	23
Obrázek 13 Sklad MS.R ukázka skladovacího regálu	24
Obrázek 14 Současná velikosti jedné lokace	25
Obrázek 15 Návrh nové velikosti lokace	25
Obrázek 16 Ukázka rozdílu v předpisu skladování.....	26
Obrázek 17 Ukázka rozdílu kapacitního využití.....	27
Obrázek 18 Ukázka správně vyplněného průvodního lístku.....	28
Obrázek 19 Ukázka nesprávně vyplněného průvodního lístku.....	28
Obrázek 20 Schéma oblasti MS.01.01.01 [10].....	29
Obrázek 21 Skladování v oblasti MS.01.01.01	29
Obrázek 22 Schéma regálových oblastí MS.R z aplikace Inventor	30
Obrázek 23 Ukázka průvodního lístku z inventury, bez uvedení roku výroby.....	31
Obrázek 24 Schéma oblasti MS.R1 z aplikace Inventor	32
Obrázek 25 Schéma oblasti MS.R2 z aplikace Inventor	34
Obrázek 26 Schéma oblasti MS.R3 z aplikace Inventor	36
Obrázek 27 Návrh uložení klíčových položek v MS.01.01.01 z aplikace Inventor.....	49

Seznam grafů

Graf 1 Vývoj počtu zaměstnanců	18
Graf 2 Celkové tržby	18
Graf 3 Využití kapacit KLT v MS.R1	33
Graf 4 Aktuální stav skladu MS.R1	33
Graf 5 Využití kapacit KLT v MS.R2.....	35
Graf 6 Aktuální stav skladu MS.R2	35
Graf 7 Využití kapacit KLT v MS.R3.....	37
Graf 8 Aktuální stav skladu MS.R3	37
Graf 9 Využití kapacit KLT v MS.R.....	39
Graf 10 Aktuální stav skladu MS.R	39
Graf 11 Opakované a neopakované položky za 5 měsíců.....	40
Graf 12 Paretův diagram – opakující se položky	41
Graf 13 Top 10 z kategorie A položek.....	42
Graf 14 Opakovaná a neopakovaná výroba za 5 měsíců v ks.....	43

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled kapacit skladového prostoru MS.R1	32
Tabulka 2 Přehled kapacit skladového prostoru MS.R2.....	34
Tabulka 3 Přehled kapacit skladového prostoru MS.R3	36
Tabulka 4 Přehled kapacit skladového prostoru MS.R.....	38
Tabulka 5 Kategorie A–I.....	41
Tabulka 6 Položky 1–10.....	42
Tabulka 7 Top 4 položky v objemu výroby	44
Tabulka 8 Shrnutí výpočtů	48

Poděkování

Chtěl bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Vladimíře Schindlerové, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při zpracování této bakalářské práce. Poděkování patří také Ing. Petru Kovářovi z Koyo Bearings s.r.o. za konzultace a cenné poznámky z praxe.